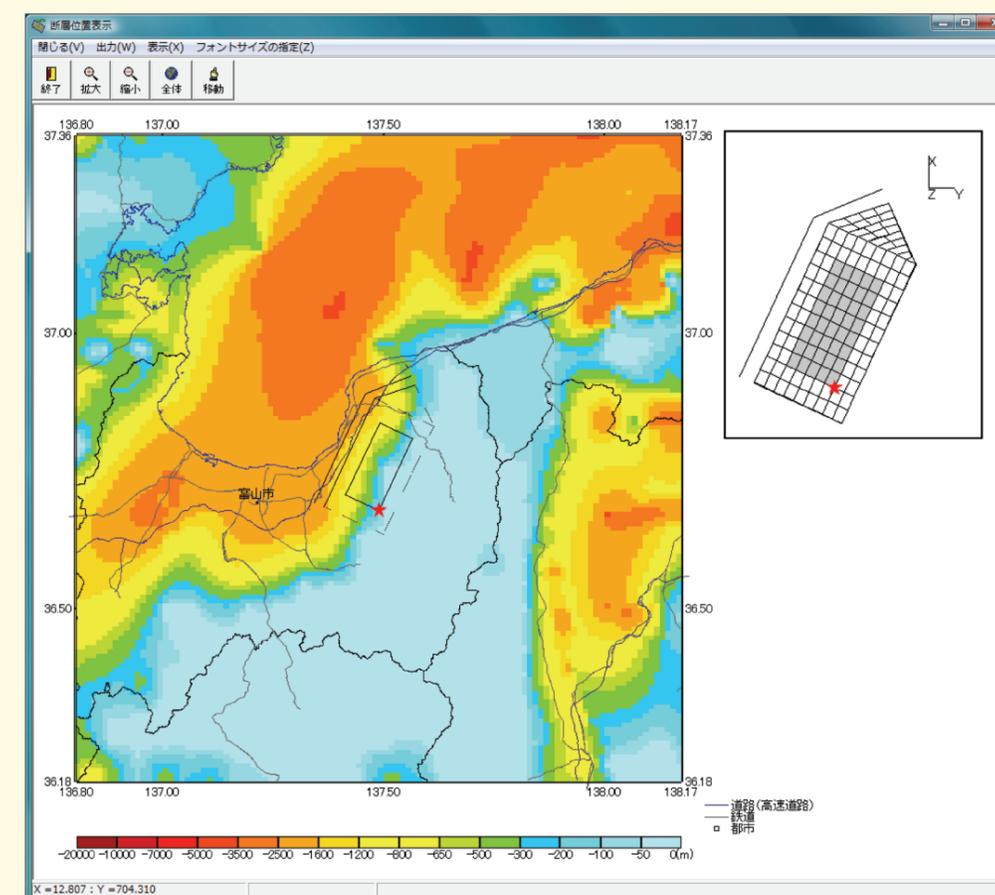


地震動予測地図作成ツールの開発

Development of Estimation Tools for Earthquake Ground Motion



防災科学技術研究所研究資料

- 第 280 号 長岡における積雪観測資料 (29) (2004 年 11 月～2005 年 4 月) 39pp. 2005 年 11 月発行
- 第 281 号 琵琶湖西岸断層帯の地震を想定した地震動予測地図作成手法の検討 (CD-ROM). 2005 年 10 月発行
- 第 282 号 高山・大原断層帯の地震を想定した地震動予測地図作成手法の検討 (CD-ROM). 2005 年 11 月発行
- 第 283 号 石狩低地東縁断層帯の地震を想定した地震動予測地図作成手法の検討 (CD-ROM). 2005 年 12 月発行
- 第 284 号 地震ハザードステーション J-SHIS DVD 2005 年版 (DVD). 2005 年 12 月発行
- 第 285 号 地すべり地形分布図 第 26 集「浜田・大社」17 葉 (5 万分の 1). 2006 年 1 月発行
- 第 286 号 地すべり地形分布図 第 27 集「広島」 16 葉 (5 万分の 1). 2006 年 2 月発行
- 第 287 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 19 (平成 17 年 No. 1) (CD-ROM). 2006 年 3 月発行
- 第 288 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 20 (平成 17 年 No. 2) (CD-ROM). 2006 年 3 月発行
- 第 289 号 新庄における気象と降積雪の観測 (2004 / 05 年冬期) 41pp. 2006 年 3 月発行
- 第 290 号 地すべり地形分布図 第 28 集「山口」21 葉 (5 万分の 1). 2006 年 3 月発行
- 第 291 号 地すべり地形分布図 第 29 集「岡山及丸亀」15 葉 (5 万分の 1). 2006 年 3 月発行
- 第 292 号 日本の火山ハザードマップ集 (付録 DVD 2 枚) 20pp. 2006 年 3 月発行
- 第 293 号 水害に対する住民の防災意識と防災行動等に関するアンケート調査資料集 (CD-ROM). 2006 年 3 月発行
- 第 294 号 山崎断層帯の地震を想定した地震動予測地図作成手法の検討 (CD-ROM). 2006 年 3 月発行
- 第 295 号 中央構造線断層帯 (金剛山地東縁・和泉山脈南縁) の地震を想定した地震動予測地図作成手法の検討 (CD-ROM). 2006 年 3 月発行
- 第 296 号 日向灘の地震を想定した地震動予測地図作成手法の検討 (CD-ROM). 2006 年 3 月発行
- 第 297 号 地すべり地形分布図 第 30 集「徳島・剣山」23 葉 (5 万分の 1). 2006 年 9 月発行
- 第 298 号 神奈川県西部山北南高感度地震観測井の掘削および坑内検層 32pp. 2006 年 10 月発行
- 第 299 号 地すべり地形分布図 第 31 集「高知・窪川」17 葉 (5 万分の 1). 2007 年 3 月発行
- 第 300 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 21 (平成 18 年 No. 1) (CD-ROM). 2007 年 3 月発行
- 第 301 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 22 (平成 18 年 No. 2) (CD-ROM). 2007 年 3 月発行
- 第 302 号 長岡における積雪観測資料 (30) (2005. 11～2006. 3) 37pp. 2007 年 3 月発行
- 第 303 号 2003 年十勝沖地震の観測記録を用いた強震動予測手法の検証 (CD-ROM 版). 2007 年 3 月発行
- 第 304 号 アジア・太平洋国際地震・火山観測網構築計画に関する事前調査 96pp. 2007 年 3 月発行
- 第 305 号 新庄における気象と降積雪の観測 (2005/06 年冬期) 45pp. 2007 年 3 月発行
- 第 306 号 地震荷重を受ける減肉配管の破壊過程解明に関する研究報告書 78pp. 2007 年 3 月発行
- 第 307 号 根尾谷断層水鳥島地区における深層ボーリング調査と地殻応力測定 (付録 CD-ROM) 33pp. 2007 年 8 月発行
- 第 308 号 地すべり地形分布図 第 32 集「松山・宇和島」26 葉 (5 万分の 1). 2007 年 9 月発行
- 第 309 号 地すべり地形分布図 第 33 集「大分」18 葉 (5 万分の 1). 2007 年 11 月発行
- 第 310 号 Geological and Logging Data of the NIED wells, Japan -Active fault, Seismogenic zone, Hingeline – 29pp. 2008 年 3 月発行
- 第 311 号 新庄における気象と降積雪の観測 (2006/07 年冬期) 35pp. 2007 年 11 月発行
- 第 312 号 地すべり地形分布図 第 34 集「延岡・宮崎」19 葉 (5 万分の 1). 2008 年 3 月発行
- 第 313 号 微動探査観測ツールの開発 その 1 – 常時微動解析ツール – (付録 CD-ROM) 133pp. 2008 年 3 月発行
- 第 314 号 距離減衰式による地震動予測ツールの開発 (付録 CD-ROM) 66pp. 2008 年 3 月発行
- 第 315 号 地すべり地形分布図 第 35 集「八代」18 葉 (5 万分の 1). 2008 年 3 月発行
- 第 316 号 地すべり地形分布図 第 36 集「熊本」15 葉 (5 万分の 1). 2008 年 3 月発行
- 第 317 号 2004 年新潟県中越地震による斜面変動分布図 (付録 CD-ROM) 37pp. 2008 年 3 月発行
- 第 318 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 23 (平成 19 年 No. 1) (CD-ROM 版). 2008 年 3 月発行
- 第 319 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 24 (平成 19 年 No. 2) (CD-ROM 版). 2008 年 3 月発行
- 第 320 号 平成 17 年度大都市大震災軽減化特別プロジェクトⅡ 木造建物実験 - 震動台活用による構造物の耐震性向上研究 - (付録 CD-ROM) 152pp. 2008 年 3 月発行
- 第 321 号 平成 17 年度大都市大震災軽減化特別プロジェクト 実大 6 層 RC 建物実験報告書 (付録 CD-ROM) 46pp. 2008 年 3 月発行
- 第 322 号 地すべり地形分布図 第 37 集「福岡・中津」24 葉 (5 万分の 1). 2008 年 8 月発行
- 第 323 号 地すべり地形分布図 第 38 集「長崎・唐津」29 葉 (5 万分の 1). 2008 年 9 月発行
- 第 324 号 地すべり地形分布図 第 39 集「鹿児島」24 葉 (5 万分の 1). 2008 年 11 月発行
- 第 325 号 地すべり地形分布図 第 40 集「一関・石巻」19 葉 (5 万分の 1). 2009 年 2 月発行

防災科学技術研究所研究資料

- 第 326 号 新庄における気象と降積雪の観測 (2007/08 年冬期) 33pp. 2008 年 12 月発行
- 第 327 号 防災科学技術研究所 45 年のあゆみ (付録 DVD) 224pp. 2009 年 3 月発行
- 第 328 号 地すべり地形分布図 第 41 集「盛岡」18 葉 (5 万分の 1). 2009 年 3 月発行
- 第 329 号 地すべり地形分布図 第 42 集「野辺地・八戸」24 葉 (5 万分の 1). 2009 年 3 月発行
- 第 330 号 地域リスクとローカルガバナンスに関する調査報告 53pp. 2009 年 3 月発行
- 第 331 号 E-Defense を用いた実大 RC 橋脚 (C1-1 橋脚) 震動破壊実験研究報告書 -1970 年代に建設された基部曲げ破壊タイプの RC 橋脚震動台実験 - (付録 DVD) 107pp. 2009 年 1 月発行
- 第 332 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 25 (平成 20 年 No. 1) (CD-ROM 版). 2009 年 3 月発行
- 第 333 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 26 (平成 20 年 No. 2) (CD-ROM 版). 2009 年 3 月発行
- 第 334 号 平成 17 年度大都市大震災軽減化特別プロジェクトⅡ 地盤基礎実験 - 震動台活用による構造物の耐震性向上研究 - (付録 CD-ROM) 62pp. 2009 年 10 月発行
- 第 335 号 地すべり地形分布図 第 43 集「函館」14 葉 (5 万分の 1). 2009 年 12 月発行
- 第 336 号 全国地震動予測地図作成手法の検討 (7 分冊 + CD-ROM 版). 2009 年 11 月発行
- 第 337 号 強震動評価のための全国深部地盤構造モデル作成手法の検討 (付録 DVD). 2009 年 12 月発行
- 第 338 号 地すべり地形分布図 第 44 集「室蘭・久遠」21 葉 (5 万分の 1). 2010 年 3 月発行
- 第 339 号 地すべり地形分布図 第 45 集「岩内」14 葉 (5 万分の 1). 2010 年 3 月発行
- 第 340 号 新庄における気象と降積雪の観測 (2008/09 年冬期) 33pp. 2010 年 3 月発行
- 第 341 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 27 (平成 21 年 No. 1) (CD-ROM 版). 2010 年 3 月発行
- 第 342 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 28 (平成 21 年 No. 2) (CD-ROM 版). 2010 年 3 月発行
- 第 343 号 阿寺断層系における深層ボーリング調査の概要と岩石物性試験結果 (付録 CD-ROM) 15pp. 2010 年 3 月発行
- 第 344 号 地すべり地形分布図 第 46 集「札幌・苫小牧」19 葉 (5 万分の 1). 2010 年 7 月発行
- 第 345 号 地すべり地形分布図 第 47 集「夕張岳」16 葉 (5 万分の 1). 2010 年 8 月発行
- 第 346 号 長岡における積雪観測資料 (31) (2006/07 , 2007/08 , 2008/09 冬期) 47pp. 2010 年 9 月発行
- 第 347 号 地すべり地形分布図 第 48 集「羽幌・留萌」17 葉 (5 万分の 1). 2010 年 11 月発行
- 第 348 号 平成 18 年度 大都市大震災軽減化特別プロジェクト実大 3 層 RC 建物実験報告書 (付録 DVD) 68pp. 2010 年 8 月発行
- 第 349 号 防災科学技術研究所による深層掘削調査の概要と岩石物性試験結果 (足尾・新宮・牛伏寺) (付録 CD-ROM) 12pp. 2010 年 8 月発行
- 第 350 号 アジア防災科学技術情報基盤 (DRH-Asia) コンテンツ集 266pp. 2010 年 12 月発行
- 第 351 号 新庄における気象と降積雪の観測 (2009/10 年冬期) 31pp. 2010 年 12 月発行
- 第 352 号 平成 18 年度 大都市大震災軽減化特別プロジェクトⅡ 木造建物実験 - 震動台活用による構造物の耐震性向上研究 - 120pp. 2011 年 1 月発行
- 第 353 号 地形・地盤分類および常時微動の H/V スペクトル比を用いた 地震動のスペクトル増幅率の推定 236pp. 2011 年 1 月発行

編 集 委 員 会	防災科学技術研究所研究資料 第 354 号
(委員長) 眞木雅之	平成 23 年 5 月 6 日 発行
(委 員)	編集兼 独立行政法人
武田哲也 小澤 拓	発行者 防 災 科 学 技 術 研 究 所
佐藤正義 中井専人	〒 305-0006
中村いずみ 関口宏二	茨城県つくば市天王台 3 – 1
(事務局) 自然災害情報室	電話 (029)863-7635
井口 隆 鈴木比奈子	http://www.bosai.go.jp/
樋山信子	印刷所 前 田 印 刷 株 式 会 社
	茨 城 県 つ く ば 市 山 中 152-4

© National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention 2011

※防災科学技術研究所の刊行物については、ホームページ (<http://www.bosai.go.jp/library/publication.htm>) をご覧下さい。

^[1] 表紙…… 詳細法ツールにおける深部地盤構造モデルと設定断層モデルの表示画面（一部はめ込み合成）

地震動予測地図作成ツールの開発

先名 重樹*・藤原 広行*

Development of Estimation Tools for Earthquake Ground Motion

Shigeki SENNA and Hiroyuki FUJIWARA

**Disaster Prevention System Reseach 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. This research material executed the development of an easier, more comprehensible GUI tool of the software shown in the above-mentioned. I want the researcher, the engineer, and the student, etc. to use it.

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、解析および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他および計算・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。本研究資料においては、上記に示す2つのソフトウェアについて、より簡単で分かりやすい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。

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4～6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. 詳細法パラメータ作成ツール操作マニュアル(gui_make_param)	……	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66p）

5. 距離減衰式による地震動予測ツール操作マニュアル(gui_attenuation)	……	71
---	----	----

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61p）

6. 統計的グリーン関数法作成プログラム(statgreen, greenscale)マニュアル	……	132
--	----	-----

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13p）

7. 参考文献	……	148
---------	----	-----

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。

8. 謝辞	……	150
-------	----	-----

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_make_param」「GUI_attenuation」「STG_sample_programs」「attenuation_sample_data」「make_param_sample_data」「インストールマニュアル」が入っています。GUI ツールは「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. 詳細法パラメータ作成ツール「gui make param」

想定地震断層面に対して矩形の断層設定方法について簡単に設定可能で、詳細法の計算に使用する基本パラメータ (断層データ・地盤構造モデル・巨視的・微視的設定パラメータ・計算用パラメータ (防災科研 GMS (差分法) / 統計的グリーン関数法 (本稿に付属) に準拠したフォーマット) 等のデータを出力できるツールである。また、計算結果を簡単に描画編集できる「PostDraw」も付属している。

2. 距離減衰式による地震動予測ツール「gui attenuation」

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、簡単な設定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) を行えるツールである。

本稿に掲載されているものは、既往の防災科学研究資料 314 号のバージョンアップ版である。

3. 統計的グリーン関数法計算プログラム「statgreen, greenscale」

1 のツールで、出力される統計的グリーン関数法パラメータで計算できる統計的グリーン関数法のサンプルプログラム群 (STATGREEN, GREENSCALE) 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 XP Professional SP2 以上, Windows Vista, Windows 7
(XP は 32bit, 64bit 両方可)

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 354 号 地震動予測地図作成ツールの開発 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 354 号「地震動予測地図作成ツールの開発」担当者

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. 詳細法パラメータ作成ツール操作マニュアル(gui_make_param)

<目次>

1. 起動画面	7
2. パラメータファイルを開く	8
3. アスペリティの設定	10
4. 破壊開始点の指定	15
5. アスペリティ設定画面のその他の説明	17
5.1 断層位置関係の確認	17
5.2 計算の反映のタイミング	19
6. 地図で確認	20
7. モデル図の表示	21
8. 構造表示	22
9. 解析用パラメータファイルの出力	23
9.1 差分法パラメータの出力	24
9.2 統計的グリーン関数法パラメータの出力	29
9.3 ハイブリッド法パラメータファイルの出力	30
10. ファイルメニュー	31
10.1 JSHIS_PRM 出力	31
10.2 JSHIS_FAULT 出力	31
10.3 リスタートファイル書出し	31
10.4 リスタートファイル読込	31
11. 一覧表の表示	32
12. 各種の設定	35
12.1 入力ファイルの設定	35
12.2 統計的グリーン関数パラメータ設定	38
12.3 ハイブリッドパラメータ設定	39
13. 編集ロック	42
14. パラメータファイル	43
14.1 原点フラグ	43
14.2 活動区間パラメータ	43
15. 計算手順について	45
15.1 円形クラックモデル	45
15.1.1 平均的アスペリティを用いる場合	45
15.2 Fujii & Matsu'ura(2000)の方法	48
15.2.1 平均的アスペリティを用いる場合	48

15.3 区間分割合算法.....	51
15.3.1 平均的アスペリティを用いる場合	51
15.4 手動による設定の場合	54
付録 PostDraw を用いた解析結果の表示	55
1. 起動画面	55
2. ファイルメニュー	55
2.1 MAP ファイルを開く	56
2.2 LOG ファイルを開く	58
2.3 観測点ファイルを開く	60
2.4 断層形状を読み込む	62
3. 出力メニュー	64
4. 表示メニュー	66
5. 設定メニュー	66
5.1 凡例・主要都市ファイル設定	66
5.2 フォントサイズの指定	67
6. テンプレートメニュー	67
6.1 地図と波形	67
6.2 A3 テンプレート	69

1. 起動画面

ツールを起動すると図 1-1 の画面が立ち上がる。

メニューには、

ファイル

一覧表

設定

編集ロック

があり、ツールバーには

閉じる

パラメータファイルを開く

一覧表の表示

がある。

新規にデータを作成する際にはパラメータファイルを開くことから始める。



図 1-1 起動画面

2. パラメータファイルを開く

「ファイル」メニューの「パラメータファイルを開く」か、ツールボタンの「パラメータファイルを開く」を選択する。パラメータファイルを開く際には図 2 - 1 のように、ダイアログが表示されるので、パラメータファイルを選択する。開いたパラメータファイルの内容は、図 2 - 2 のように表示される。パラメータファイルで、原点フラグを設定している場合は、ファイルに設定された原点の値が優先される。このとき、パラメータファイルで指定した原点情報によりラジオボタンの選択状態が自動的に変更される。パラメータファイルに原点フラグが設定されていない場合は、図 2 - 2 の青枠で囲んだラジオボタンの設定により判断される。ラジオボタンの操作は、ファイルを読み込む前に行っておく必要がある。

なお、本ツールで扱うことができるセグメント数は5セグメントまで、1セグメント当りのアスペリティ数は10までである。

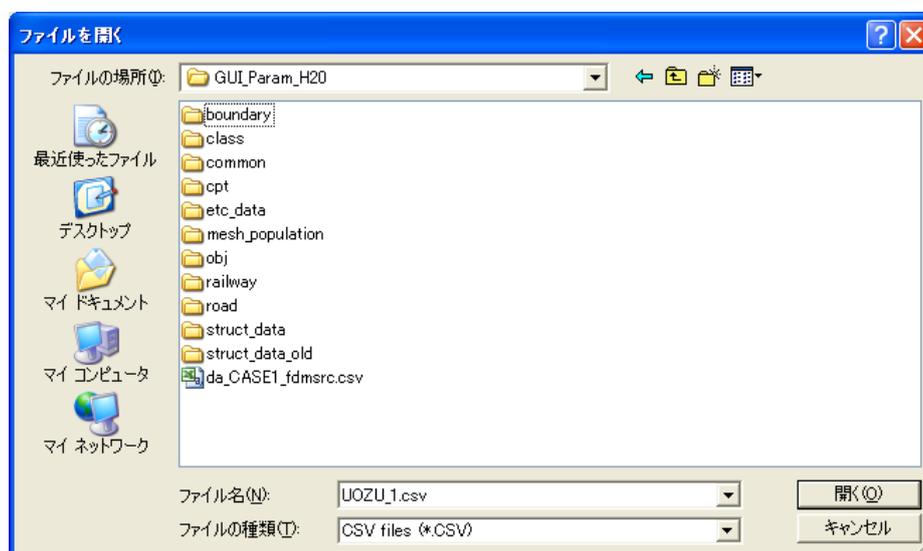


図 2 - 1 パラメータファイルを開く

地震動予測地区パラメータ作成ツール

ファイル(E) 一覧表(O) 設定(Y) 編集ロック(L)

原点の位置(パラメータを読み込む前に指定してください。)

地表面トレース原点 断層面上端原点(地中)

統計的グリーン関数: 要素断層配置

乱数使用 等間隔

パラメータの計算方法

円形クラック Fujii and Matsuura(2000) 区間分割合算法

①アスペリティの設定

②出力先フォルダ指定

出力先

構造切出方法

Surface Bicubic

差分法観測点、要素断層作成

差分法構造、物性出力

統計的グリーン関数法パラメータ作成

ハイブリッド法パラメータ作成

全出力

NIED

	緯度	経度	深度	走向	傾斜角	レイク角	断層長さ	断層幅	アスペリティ数	主フラグ	活動区間	長期評価長さ
1	32.73892	130.79344	3000	216	60	90	52000	16000	2	1	1	52000
2	32.36298	130.47306	3000	236.1	60	90	32000	16000	2	0	1	32000

震源域(要素断層)におけるS波速度(m/s) 3400

震源域(要素断層)における密度(kg/m³) 2700

地震基盤におけるS波速度(m/s) 3400

地震基盤における密度(kg/m³) 2700

剛性率(N/m²) 3.12E+10

破壊伝播速度(m/s) 2400

高周波遮断周波数(Hz) 6.00

オフセット時間(sec) 0.0

境界条件用グリッド数 20

削除する厚さ(m) 2.0

メッシュサイズ(m) 2000.0

差分法 要素断層分割数 3.0

すべり量比 2.0

α 1

Sa/S 0.22

GMS境界面用グリッドサイズ 400

図 2 - 2 パラメータの表示

3. アスペリティの設定

パラメータファイルを読み込んだ後は、アスペリティの設定を行う。アスペリティの設定は、パラメータ計算方法を選択した後、「アスペリティの設定」ボタンにより行う（図 3-1）。

なお、本ツールで扱うことができるセグメント数は5セグメントまで、1セグメント当りのアスペリティ数は10までである。このため、これらの上限を超えるパラメータファイルを開いたときにアスペリティの設定を行おうとするとエラーが表示され、上限内のパラメータファイルを開くよう、メッセージを表示する（図 3-2、図 3-3）。

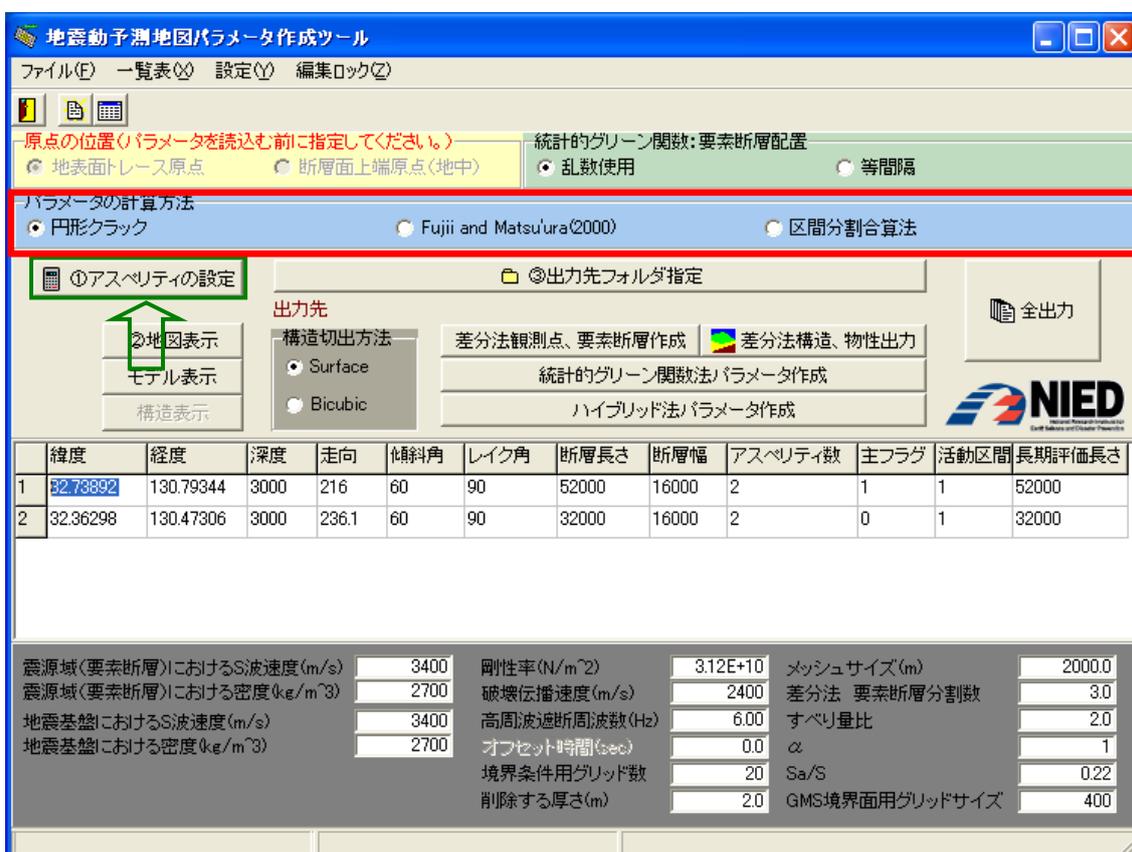


図 3-1 「アスペリティの設定」ボタン

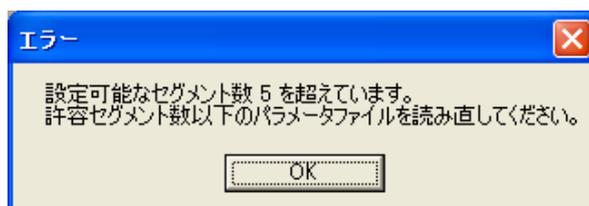


図 3-2 許容セグメント数を越えた状態で「アスペリティの設定」ボタンを押した場合のメッセージ

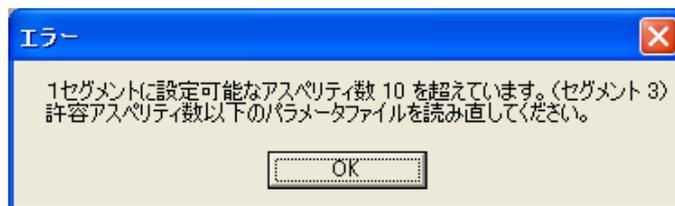


図 3 - 3 1セグメント当りの許容アスペリティ数を越えた状態で「アスペリティの設定」ボタンを押した場合のメッセージ

アスペリティの設定ボタンを押すと、アスペリティ設定画面が表示される。「平均的アスペリティの設定」ボタンにより、「パラメータの計算方法」で指定された方法により計算が実行され、画面に反映される(図 3 - 4、図 3 - 5、図 3 - 6)

パラメータの計算方法は、円形クラックによる方法、Fujii and Matsu'ura(2000)の方法、区間分割合算法の3種類の設定可能である。この手法の読込のタイミングは、「アスペリティの設定」ボタンを押したときであり、その後は変更できない状態にロックされる。



図 3 - 4 アスペリティの設定 1

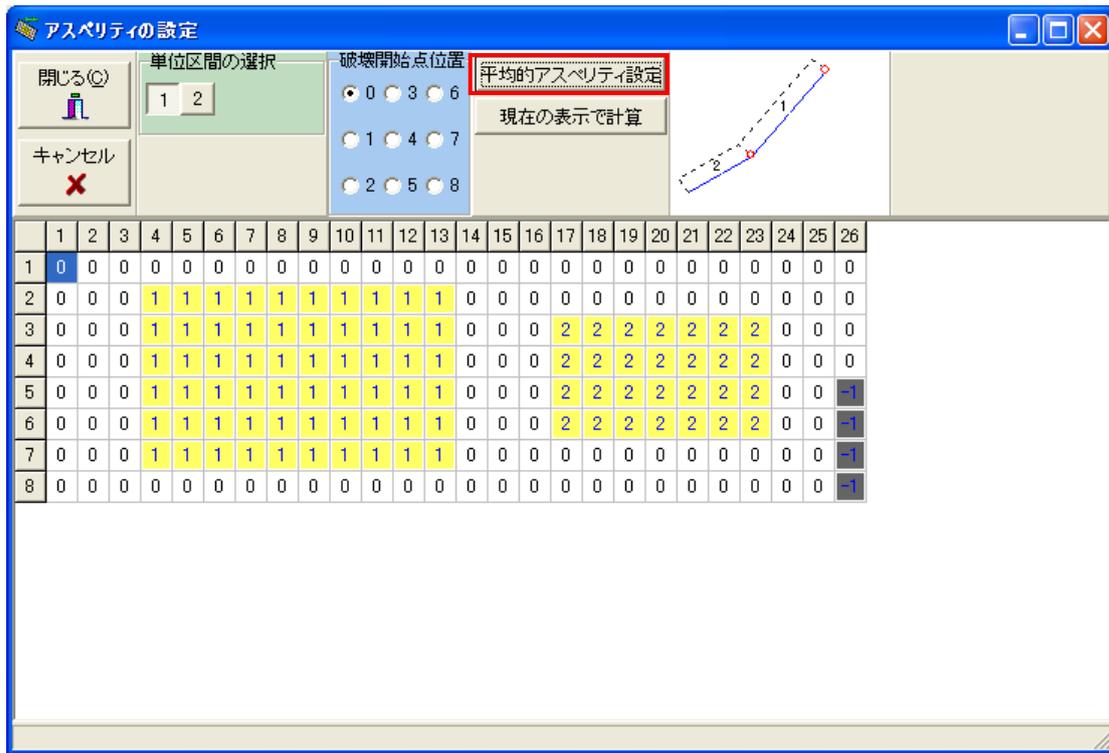


図 3 - 5 アスペリティの設定 2 (1つ目の断層面)

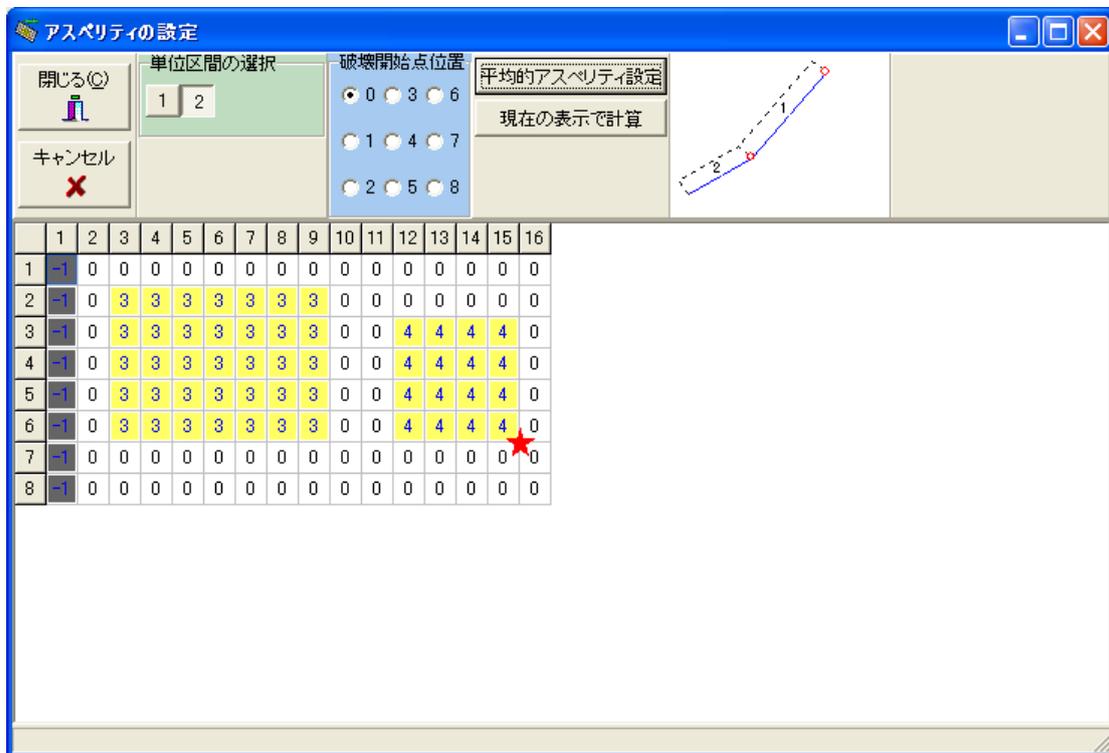


図 3 - 6 アスペリティの設定 2 (2つ目の断層面)

アスペリティの数が4を超える断層面が1つでもあった場合（図3-8）、アスペリティの設定画面で「平均的アスペリティ設定」ボタンは使用不可となる（図3-9）。この場合には手でアスペリティを設定する。設定方法は、図3-7のように設定したいグリッドの範囲をマウスで左クリックのドラッグし、右クリックでポップアップメニューを表示し、番号を指定する方法である。



図 3 - 7 手動設定の方法



図 3 - 8 アスペリティが3を超える場合



図 3 - 9 手動による設定

パラメータの計算手法で、ハイブリッドが選択された場合、計算で使用する各断層面の長さは、パラメータファイルに記載されている、断層モデルの長さではなく、長期評価で想定された長さを与える必要がある。長期評価長さは、表の一番右の欄に設けられており、デフォルトでは、パラメータファイルに記載されているモデル長さが記載されている。ハイブリッドパラメータを計算する場合には、この欄を適宜修正する必要がある。

4. 破壊開始点の指定

破壊開始点は、9個のラジオボタン「破壊開始点位置」で設定したセルの位置に置かれる（図4-1）。指定方法は、設定したいセルを右クリックで選択し、ポップアップメニュー（図4-2）から設定を選択することで行う。設定後、破壊開始点にマークが表示される。

複数の断層面で重なる部分がある場合、形状を計算して使用しないセルは「-1」で表示している。破壊開始点を設定する場合は、有効なセルで設定しなければならない（図4-3、図4-4）。正しく破壊開始点を設定した場合の状態を、図4-5に示す。

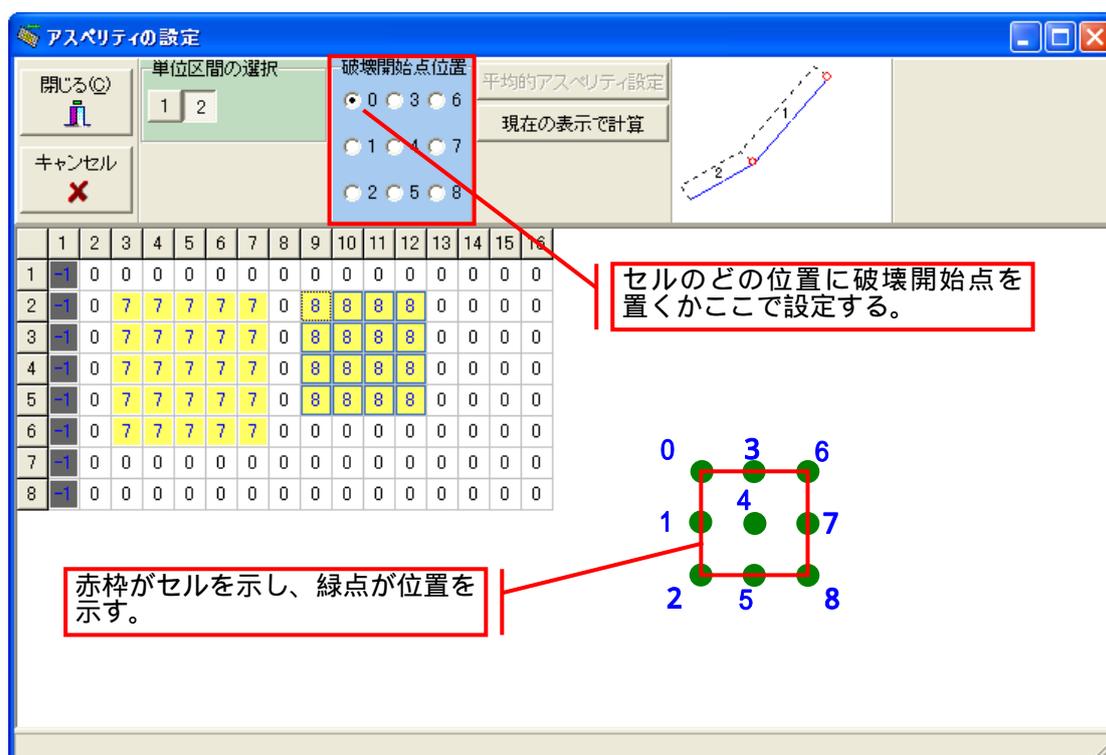


図 4 - 1 破壊開始点の設定



図 4 - 2 破壊開始点のポップアップメニュー

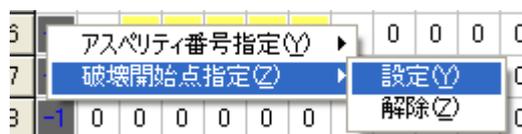


図 4 - 3 「-1」上で設定した場合



図 4 - 4 不正な破壊開始点設定時のメッセージ

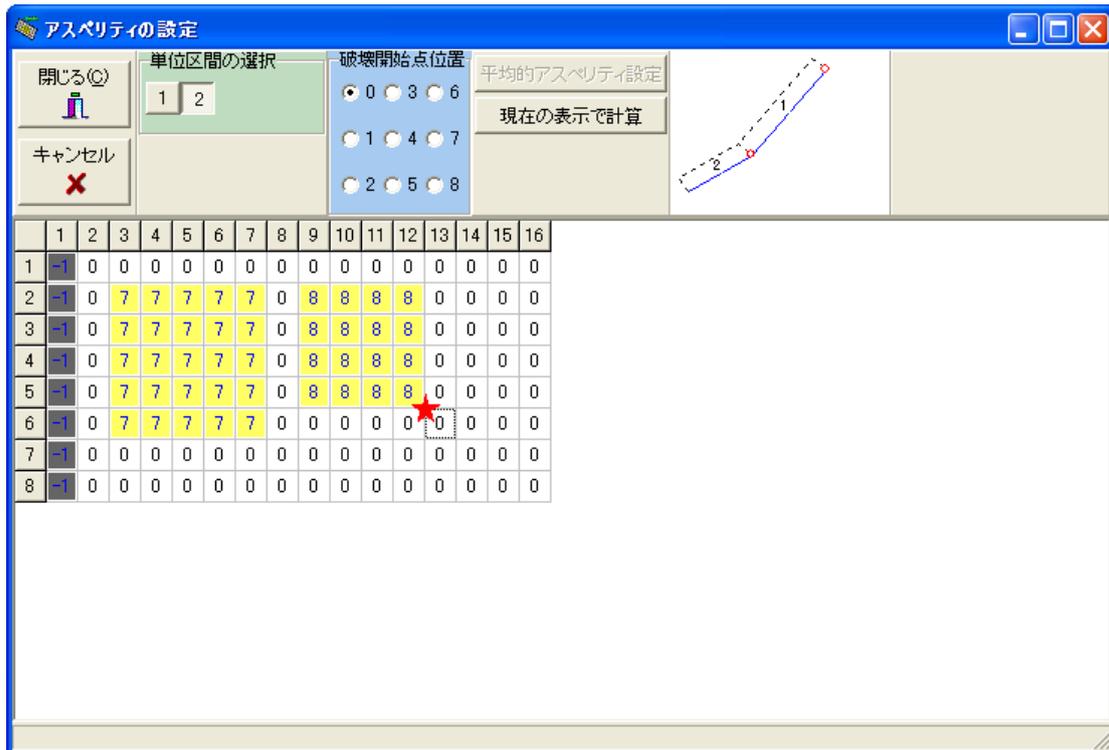


図 4 - 5 破壊開始点設定後の表示

5. アスペリティ設定画面のその他の説明

5.1. 断層位置関係の確認

アスペリティ設定画面において、断層の位置図を「平均的アスペリティ設定」ボタンの右側に表示している。この図で赤丸は、アスペリティ設定画面での左上端の位置（セル[1, 1]）を示しており、太青線は、断層の上端線、青点線は、断層面を表現するのに用いている（図 5 - 1）。

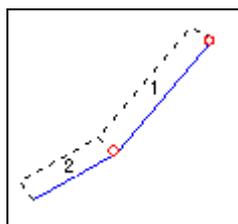


図 5 - 1 断層位置の確認

断層の位置図は、平面的に表現したものであるため、複数断面で傾斜角が 90 度の場合、断層面が表示されず、断層上端の線のみが連続して表示される。この場合でも図 5 - 2 のように、アスペリティ設定画面のセル[1, 1]部分に赤丸が表示されるため、断層の位置関係を把握することができる。

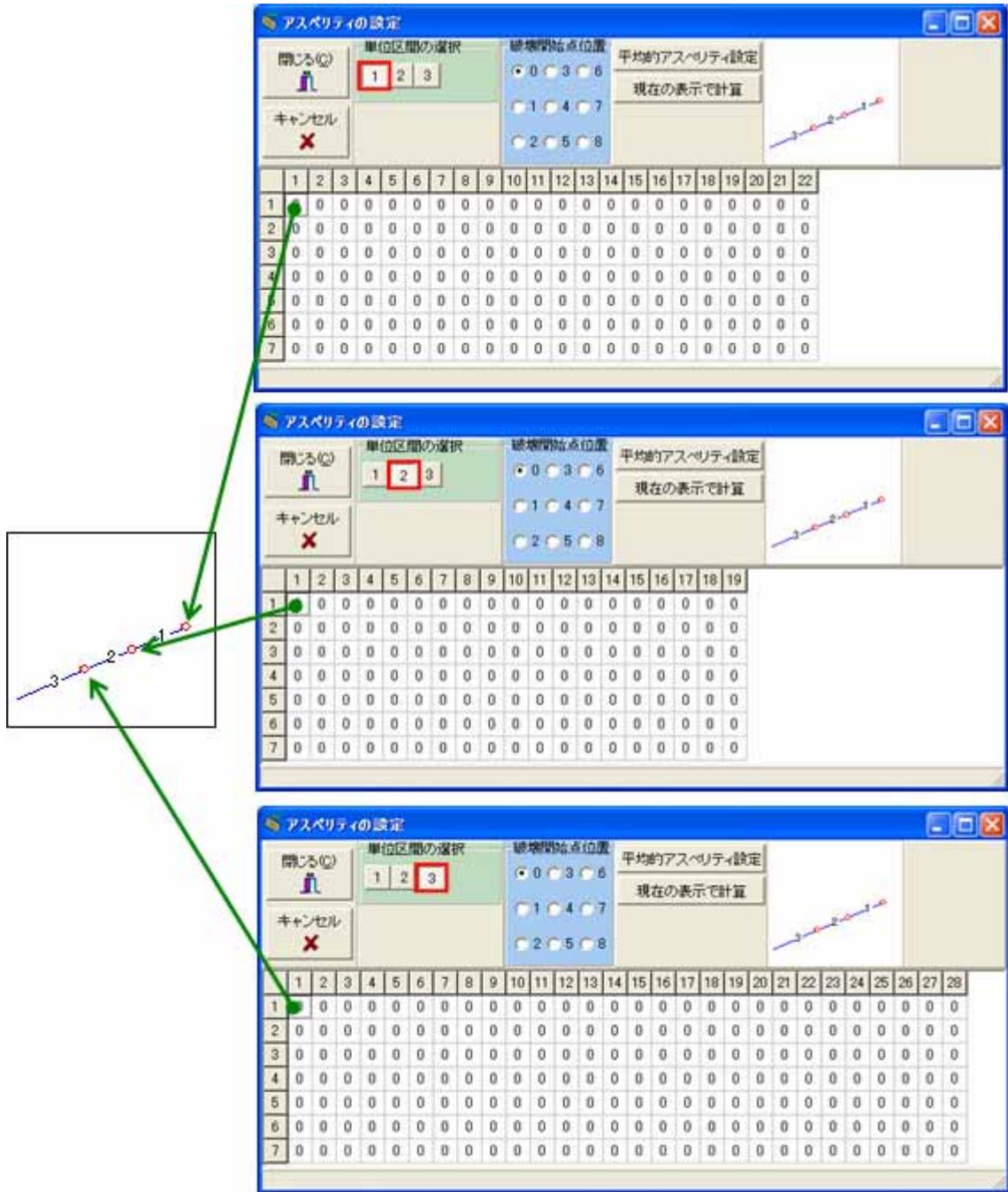


図 5 - 2 位置表示とアスペリティ設定画面のセル位置の関係

5.2. 計算の反映のタイミング

アスペリティ設定時の計算反映のタイミングであるが、ボタンの種類（図 5 - 3）によって変わる。「現在の表示で計算」を押した場合は、現在表示されているアスペリティの配置によって再計算される。アスペリティの配置を変更して、パラメータを変更しない場合には、「閉じる」ボタンを押す。この場合、表示されているアスペリティの位置情報のみが変更される。「キャンセル」ボタンを押した場合は、アスペリティ設定画面を開いた状態に戻して画面を閉じる。パラメータファイルを開いて、はじめてアスペリティ設定画面を開いた場合であれば、初期状態に戻る。アスペリティ設定後、再度アスペリティ設定画面を開いた場合であれば、前回設定した状態に戻る。内部では、アスペリティ設定画面を開く前の状態の複製を保存しており、キャンセルの場合は、複製から基に戻す操作を行っている。

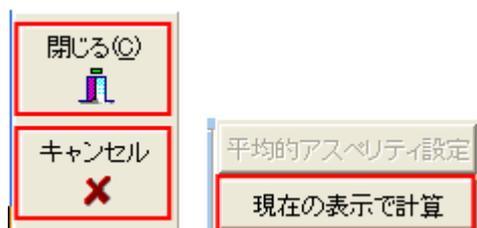


図 5 - 3 ボタンの種類

6. 地図で確認

アスペリティの設定後、地図上で確認する。起動画面の「地図表示」ボタンを押すと、断層周辺の地図が表示されるので、この画面上で断層位置、アスペリティ、破壊開始点の確認を行う。この作業は、パラメータ出力の範囲設定をかねているため、必ず行う必要がある。地図で確認を終了した際に、描画した範囲のメッシュ単位の構造ファイルを結合している。これは、外部プログラムで、GMS用の境界面データを作成するために用いる。これが終了してから、構造表示用のエリアの切り出しを行っている。

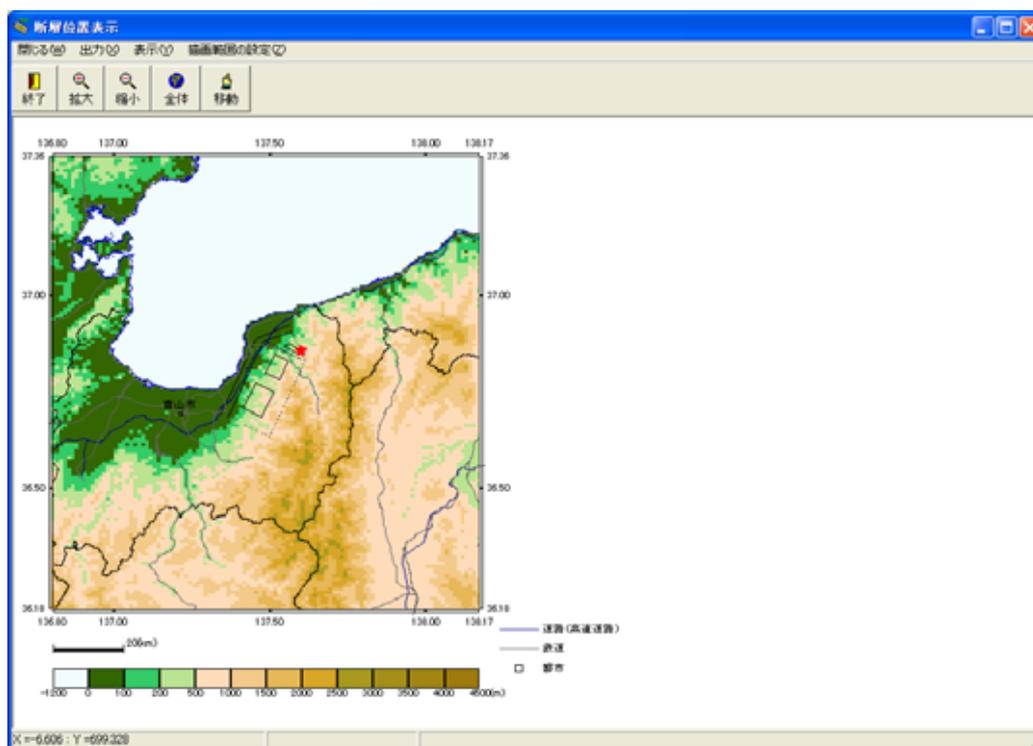


図 6 - 1 標高図の表示

7. モデル図の表示

地図表示の下に「モデル表示」ボタンがあるが、このボタンから設定した断層面を三次元的に見ることができる（図 7 - 1）。

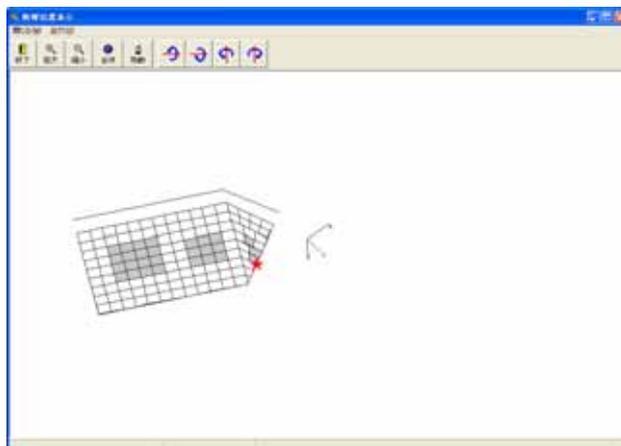


図 7 - 1 モデル図の表示

8. 構造表示

「地図表示」により、パラメータ設定の範囲が設定できたら、「構造表示」ボタンが有効になる。このボタンから、設定した範囲の地下構造モデルファイルから、深さにより色分けされた図面を作成することができる。この際、表示するレイヤを指定する必要があり、図 8 - 1 のダイアログにより選択する。選択後、図 8 - 2 が表示される。



図 8 - 1 構造表示レイヤの選択

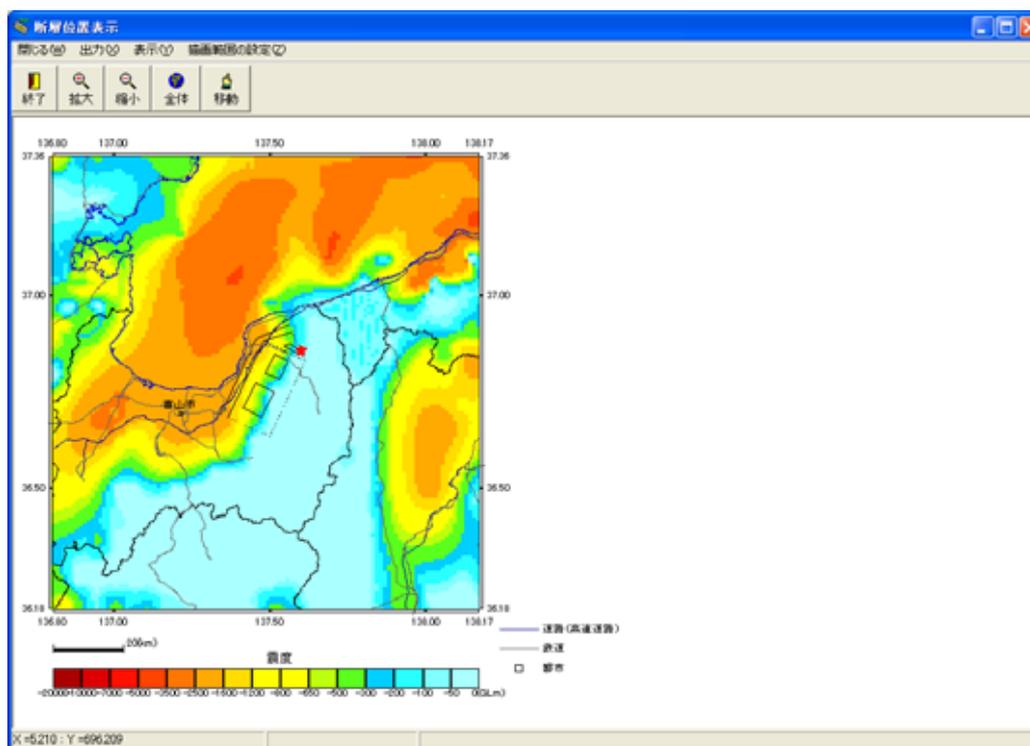


図 8 - 2 構造の表示

9. 解析用パラメータファイルの出力

解析用パラメータファイルの出力の際には、はじめに出力先のフォルダを指定する(図 9 - 1)。指定されていない場合には、図 9 - 2 のメッセージが表示されるので、「OK」を押して出力先フォルダを指定する。また、地図表示を行って、構造ファイルを作成していない場合には、差分法で用いる境界面ファイルを作成できないため、図 9 - 3 のメッセージが表示されるので、地図表示を行い、構造ファイルを作成する。

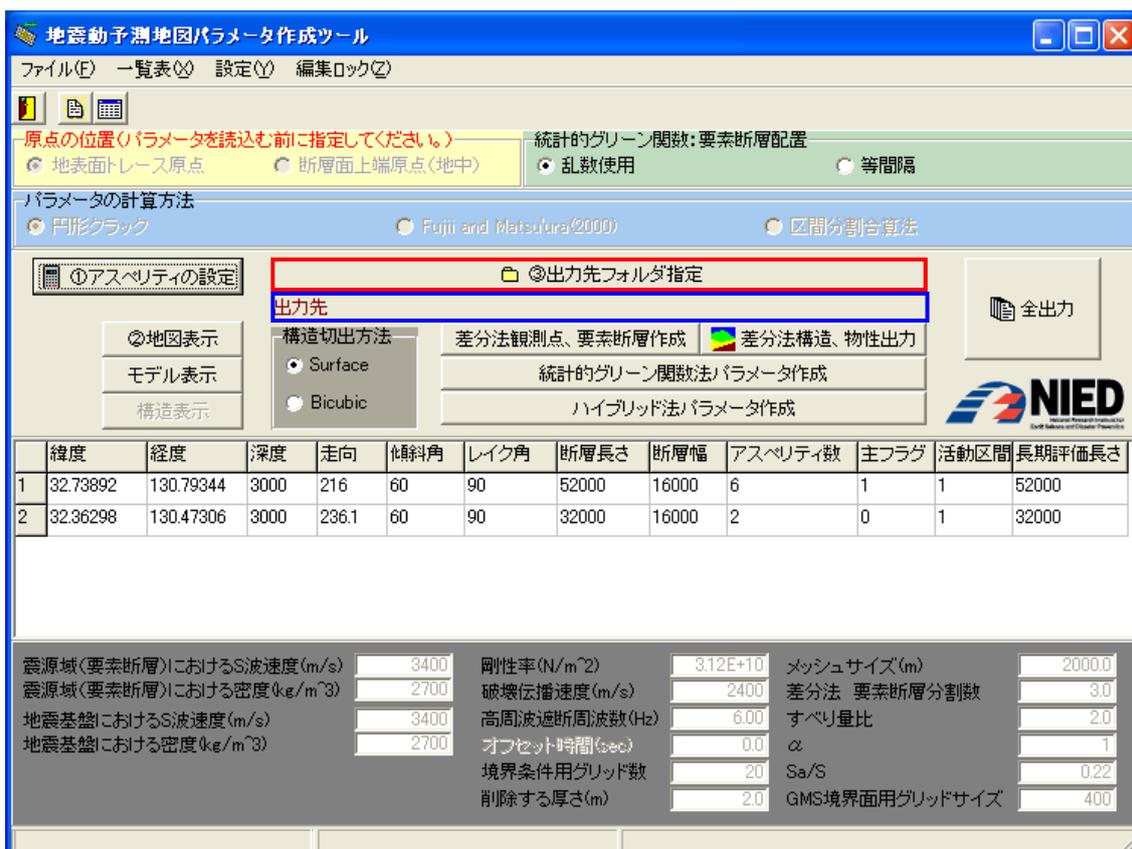


図 9 - 1 パラメータ出力のフォルダ指定



図 9 - 2 保存先フォルダを指定していない場合のメッセージ

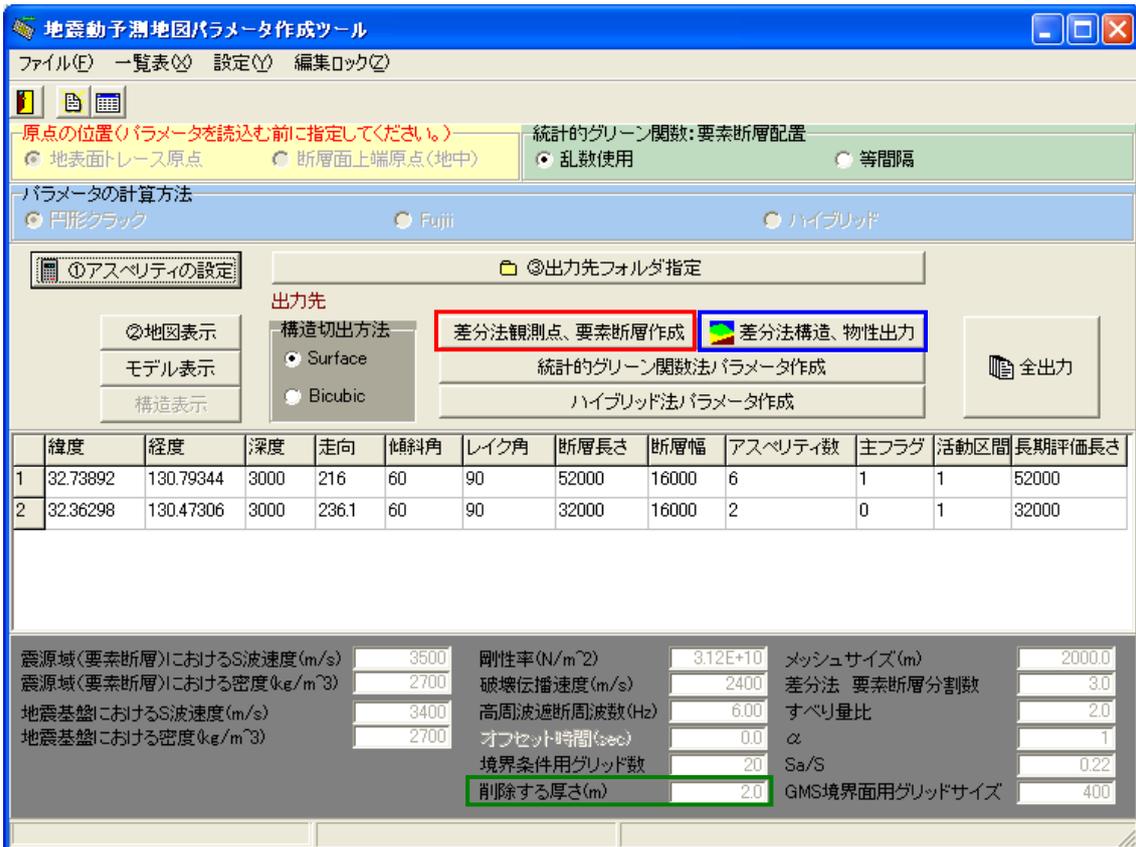


図 9 - 4 差分法パラメータ作成ボタン

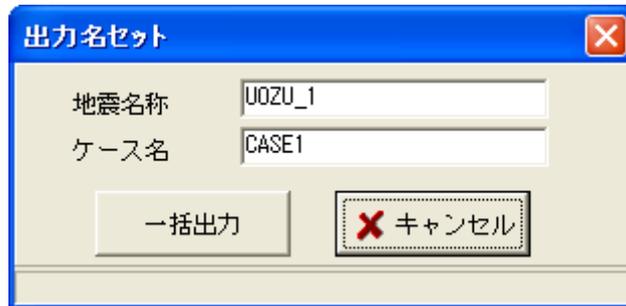


図 9 - 5 ファイル名の確認

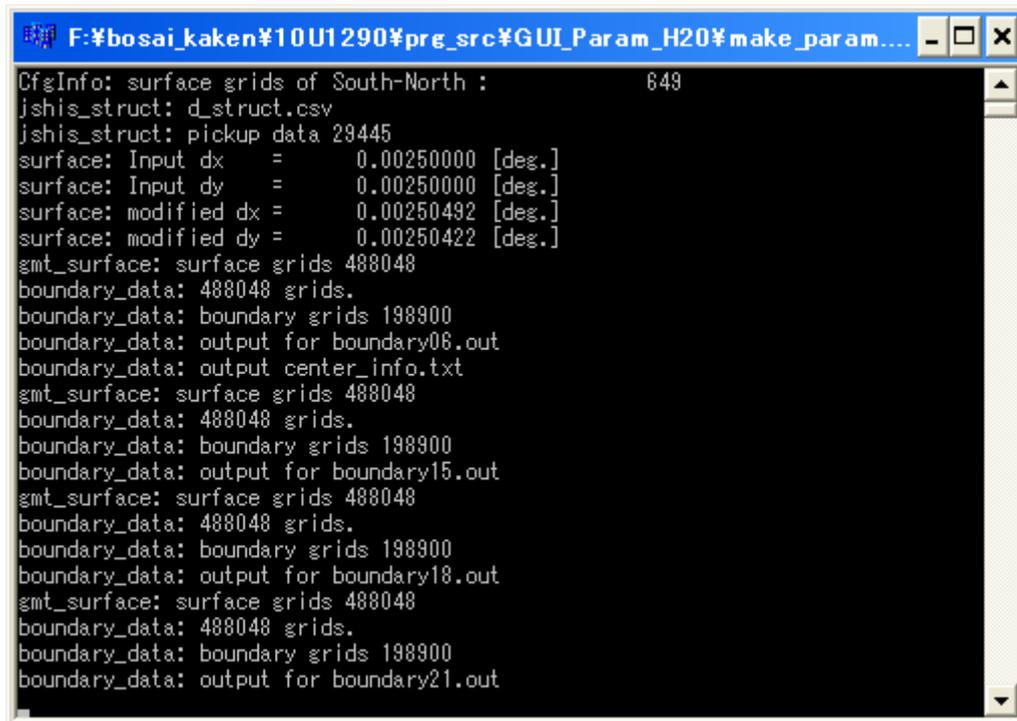


図 9 - 6 面補間プログラムの実行画面



図 9 - 7 境界面ファイルが存在する場合のメッセージ

観測点ファイルについては、地図描画範囲から、「GMS 境界面用グリッドサイズ」で指定した距離(m)×「境界条件用グリッド数で指定した値」の分だけ境界条件分として狭くした範囲で出力される(図 9 - 8 内赤枠、図 9 - 9)。

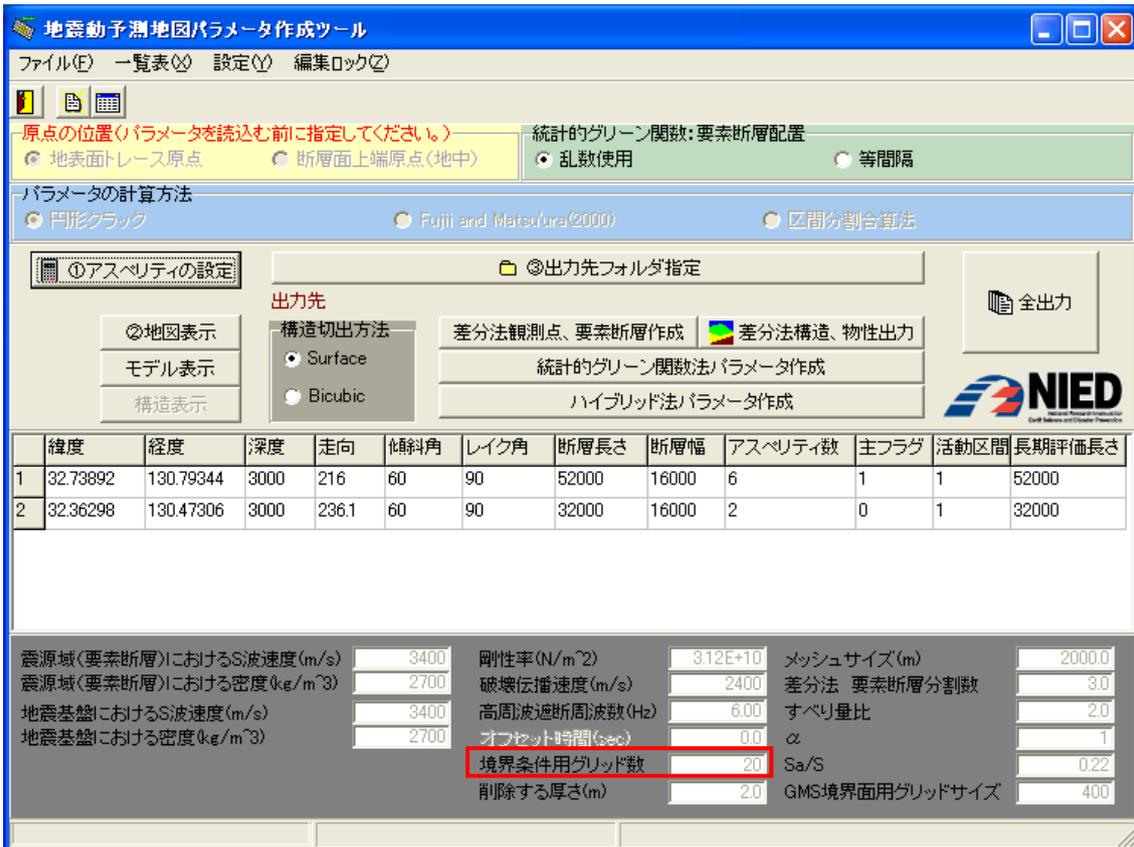


図 9 - 8 境界条件用グリッド数の設定

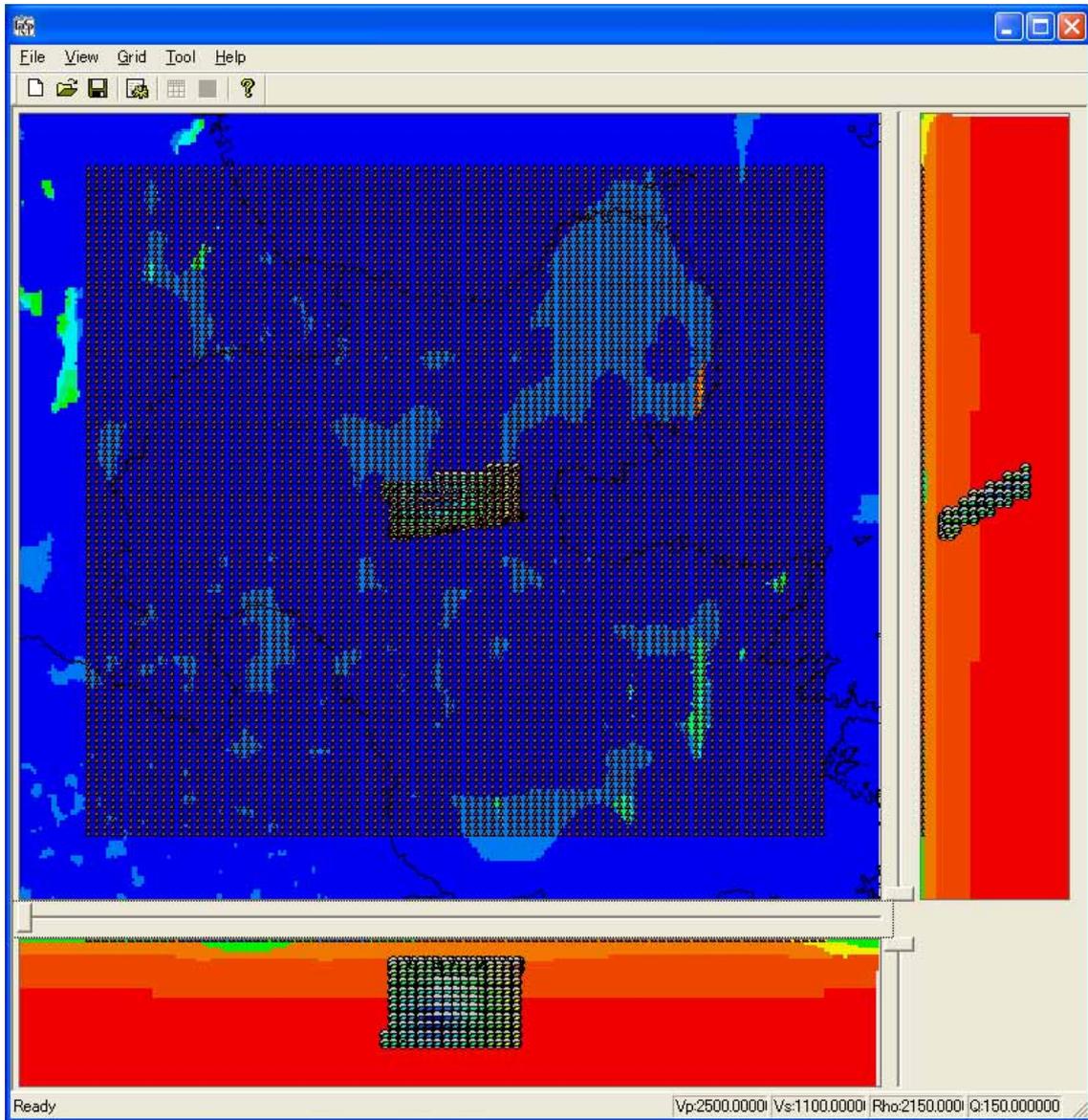


図 9 - 9 観測点ファイルの範囲

9.2. 統計的グリーン関数法パラメータの出力

統計的グリーン関数法のパラメータ出力についても差分法のパラメータ出力と同じであり、「統計的グリーン関数法パラメータ作成」ボタン（図 9 - 10）を押すことにより行う。

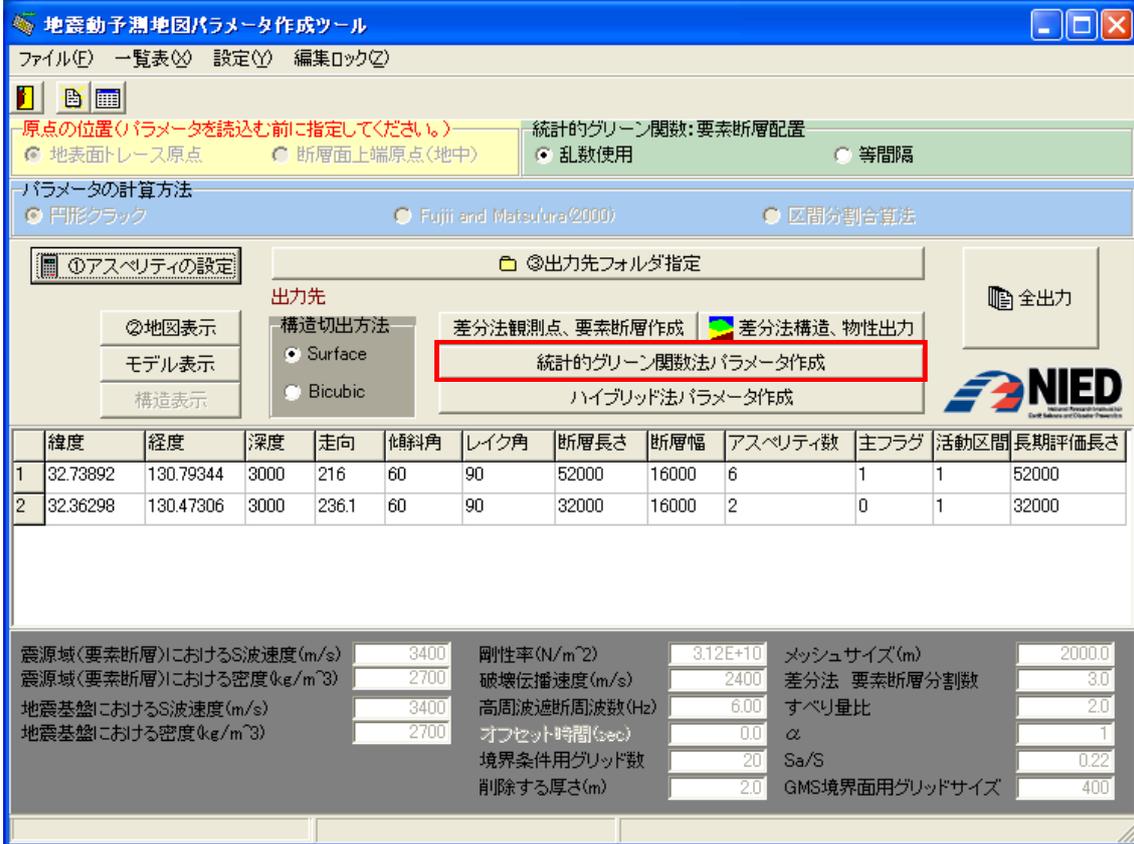


図 9 - 10 統計的グリーン関数法パラメータ作成ボタン

差分法の場合と異なる点は、要素断層の配置に乱数を用いるかどうか、あらかじめラジオボタンで設定しておく必要がある点である（図 9 - 11）。



図 9 - 11 乱数使用・等間隔指定ラジオボタン

統計的グリーン関数法パラメータファイル作成で出力されるファイルは、

- ・ パラメータファイル： _ _sgfeprm.csv
- ・ 一次元構造ファイル： _ _sgfsoil.csv
- ・ 要素断層ファイル： _ _sgfsrc.csv
- ・ 観測点ファイル： _ _sgfststa.csv

の 4 種類である。

観測点ファイルについては、出力範囲が差分法の場合と同じく、表示範囲よりも狭くなっている。

JSHIS フォーマットで与えられる構造には、地震基盤よりも深い構造が含まれている。一次元構造ファイルであるが、地震基盤から上の層が必要になるため、Vs3400m/s を超える層については、出力しないよう設定してある。薄層の取り扱いについては、差分法の境界面ファイルと同じである。

9.3. ハイブリッド法パラメータファイルの出力

ハイブリッド法パラメータ作成で出力されるファイルは、

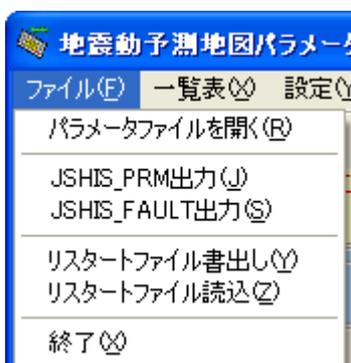
- ・ パラメータファイル： _ _hybprm.csv
- ・ リストファイル : _ _hyblst.csv
- ・ フォールトファイル： _ _hybflt.csv



図 9 - 12 ハイブリッド法用ファイルの作成

10. ファイルメニュー

ファイルメニューには、パラメータファイルを開く以外に、JSHIS 形式パラメータ (PRM) ファイル出力、JSHIS 形式断層面 (FAULT) ファイル出力、リスタートファイル書出し、リスタートファイル読込のメニューがある。



10.1. JSHIS_PRM 出力

JSHIS フォーマットのパラメータファイルを出力するメニューである。

10.2. JSHIS_FAULT 出力

JSHIS フォーマットの断層ファイルを出力するメニューである。JSHIS フォーマット出力は、一括出力時に出力される。

10.3. リスタートファイル書出し

編集集中の作業を途中から始める際に、必要となるファイルを作成する。ファイルの内容は、内部変数の書出し、構造一時ファイルの保存となる。構造一時ファイル名は、次のように自動的に決められる。 部分は断層名である。

 _d_struct.csv、 _struct_temp.csv

10.4. リスタートファイル読込

編集を途中から再開するために、書出したデータを読み込む。この場合、ファイルを読み込むと同時に、構造一時ファイルを、構造フォルダにコピーするため、地図表示を行い構造の切り出しをする必要はない。

11. 一覧表の表示

パラメータの一覧表の表示は、「一覧表」メニューの「一覧表表示」から行う（図 11 - 1）。図 11 - 2 は、一覧表の表示例であり、ボタンからエクセルへ出力した際の例を図 11 - 3 に示す。



図 11 - 1 一覧表の表示メニュー

図 11 - 2 で、「データ上書」ボタンがあるが、これは自動的に計算された値を使用しない際に用いるもので、一覧表編集画面において、セルの内容を編集し、保存する必要がある場合に用いる。ここで上書きし、そのまま各解析用のパラメータを出力した際には、ここで入力された情報がパラメータファイルに出力される。上書きしたあとに、アスペリティ設定画面で、再度「平均的アスペリティ設定」や「現在の表示で計算」を行った場合には、計算値が上書きされ、ここで入力した情報は書き換えられる。ここで設定した値を用い、破壊開始点、アスペリティの範囲のみを変更する場合は、アスペリティの設定画面で、変更した後、「閉じる」を押すこととなる（アスペリティ範囲、破壊開始点、パラメータの全てが手動の設定となる）。

断層パラメータ一覧表

ファイル(F)

開じる(O) データ上書

SVG形式保存 EXCEL形式保存 BMP形式保存

		総地震モーメント(Nm)	1.00e+20	
		モーメントマグニチュード(Mw)	7.3	
		気象庁マグニチュード(Mjma)	8.0	
		断層モデル原点 緯度(°)	32.74811	32.37122
		(地中の原点位置) 経度(°)	130.77847	130.45448
		断層モデル上端深さ(km)	3	3
		断層モデル長さ(km)	52	32
		断層モデル幅(km)	16	16
		断層モデル面積(km ²)	832.0	512.0
		走向θ(°)	216.0	236.1
		傾斜δ(°)	60.0	60.0
		すべり角γ(°)	90.0	90.0
		静的応力降下量(MPa)	5.0	
		平均すべり量(m)	2.40	
		剛性率(N/M ²)	3.12e+10	
		密度(kg/m ³)	2700.0	
		S波速度(km/s)	3.500	
		破壊伝播速度(km/s)	2.400	
		短周期レベル(Nm/s ²)	2.46e+19	
		断層全体のすべりティの実効応力(MPa)	12.1	
		すべりティ総面積(km ²)	553.9	
		単位区間毎の地震モーメント(Nm)	6.78e+19	3.27e+19
		単位区間の平均すべり量(m)	2.61	2.05
		単位区間の短周期レベル(Nm/s ²)	1.94e+19	1.52e+19
各	1	面積(km ²)	228.6	140.7
A		地震モーメント(Nm)	4.13e+19	1.99e+19

図 11 - 2 一覧表の表示

エクセルファイルに出力する際には、右上のヘッダ部にケース名が指定されており、表全体が 1 ページに印刷されるようにデフォルトで設定された状態となる。

FUTAHINACS_CASE1

総地震モーメント	Mo	[Nm]	1.00E+20
地震規模	Mw		7.3
気象庁マグニチュード	Mms		8
断層モデル原点 (地中の原点位置)	緯度	[°]	32.74811 32.37122
	経度	[°]	130.7735 130.4546
断層モデル上端深さ(km)		[km]	3 3
断層モデル長さ(km)	Lmodel	[km]	92 32
断層モデル幅(km)	Wmodel	[km]	16 16
断層モデル面積(km ²)	Smodel	[km ²]	832 512
走向	θ	[°]	216 236.1
傾斜	δ	[°]	60 60
すべり角	γ	[°]	90 90
静的応力降下量	Δσ	[MPa]	5
平均すべり量	D	[m]	2.4
剛性率	μ	[N/m ²]	31.2E+10
密度	ρ	[kg/m ³]	2700
S波速度	β	[km/s]	3.5
破壊伝播速度	Vr	[km/s]	2.4
短周期レベル	A	[Nm/s ²]	2.46E+19
断層全体のアスペリティの実効応力	Δσa	[MPa]	12.1
アスペリティ総面積	Sa	[km ²]	553.9
セグメント毎の地震モーメント	Mo	[Nm]	6.78E+19 3.27E+19
セグメント毎の平均すべり量	D	[m]	2.61 2.05
セグメントの短周期レベル	A	[Nm/s ²]	1.94E+19 1.52E+19
面積	Sa	[km ²]	228.6 140.7
アスペリティ 地震モーメント	Moa	[Nm]	41.3E+19 1.99E+19
平均すべり量	Da	[m]	5.79 4.54
実効応力	Δσa	[MPa]	12.1 12.1
面積	Sa	[km ²]	114.3 70.3
アスペリティ 地震モーメント	Moa	[Nm]	1.46E+19 7.04E+18
平均すべり量	Da	[m]	4.09 3.21
実効応力	Δσa	[MPa]	12.1 12.1
背景領域面積	Sb	[km ²]	489.1 301
背景領域 地震モーメント	Mob	[Nm]	1.19E+19 5.75E+18
背景領域すべり量	Db	[m]	0.78 0.61
実効応力	Δσb	[MPa]	1.5 1.2

印刷プレビュー: 1 / 1 ページ

図 11 - 3 一覧表のエクセルへの出力

12. 各種の設定

12.1. 入力ファイルの設定

入力ファイルの設定には、「設定」メニューの「入力ファイル設定」から行う。



図 12 - 1 入力ファイルの設定

入力ファイルの設定ダイアログが表示されたら、

- ・ 構造ファイルフォルダの指定
- ・ 標高色ファイル名の指定
- ・ 構造色ファイル名の指定

を行う(図 12 - 2)。フォルダ指定の場合、図 12 - 3 が表示され、図 12 - 4 が表示されるので、適切なフォルダ、ファイルを指定する。色指定ファイルの書式は、GMT で用いるカラーパレットファイルと同じとする。

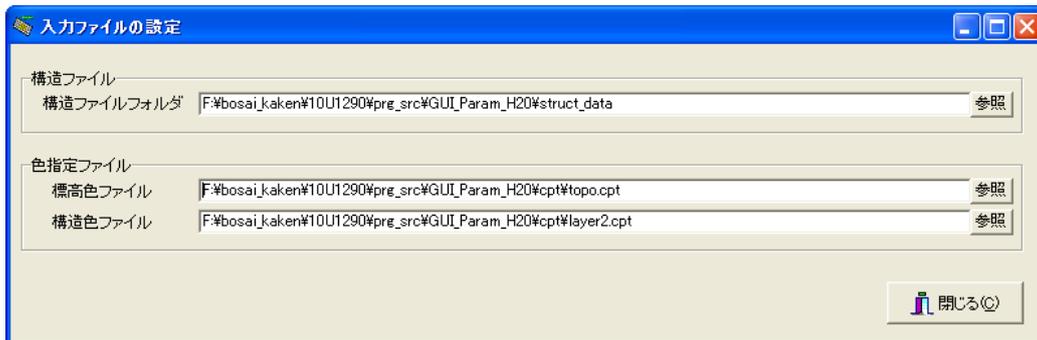


図 12 - 2 入力ファイル設定ダイアログ

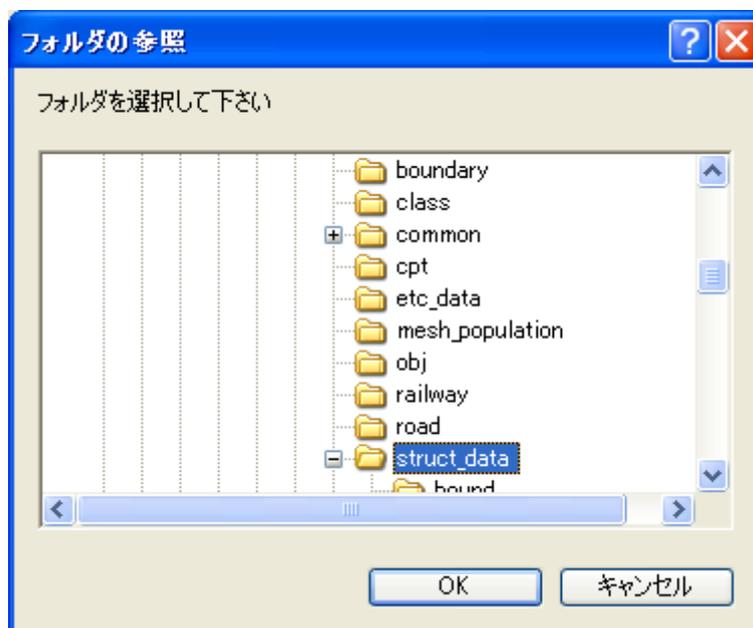


図 12 - 3 フォルダ指定ダイアログ

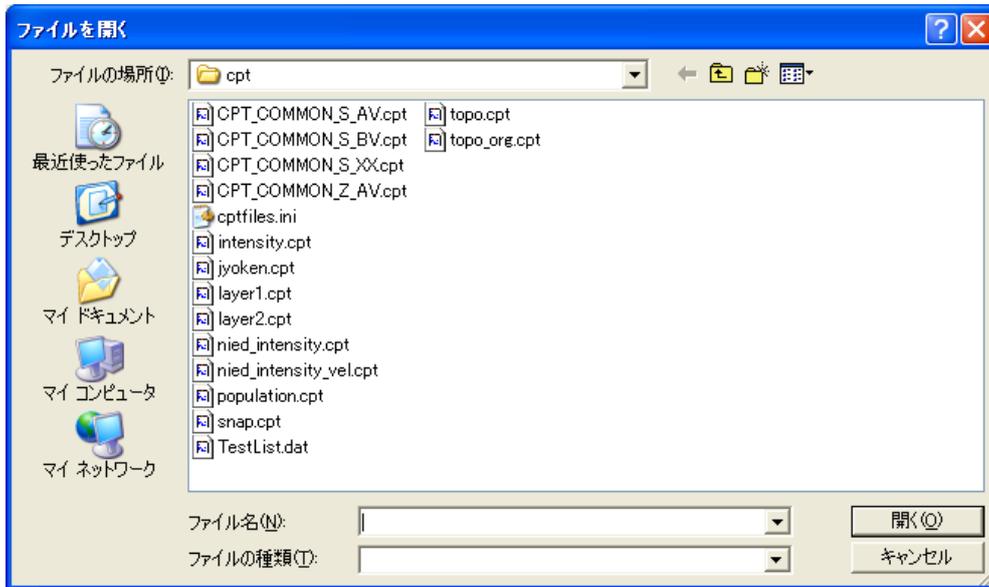


図 12 - 4 ファイル名の指定

12.2. 統計的グリーン関数パラメータ設定

統計的グリーン関数に用いるパラメータの設定は、「設定」メニューのパラメータの設定から行う（図 12 - 5）。

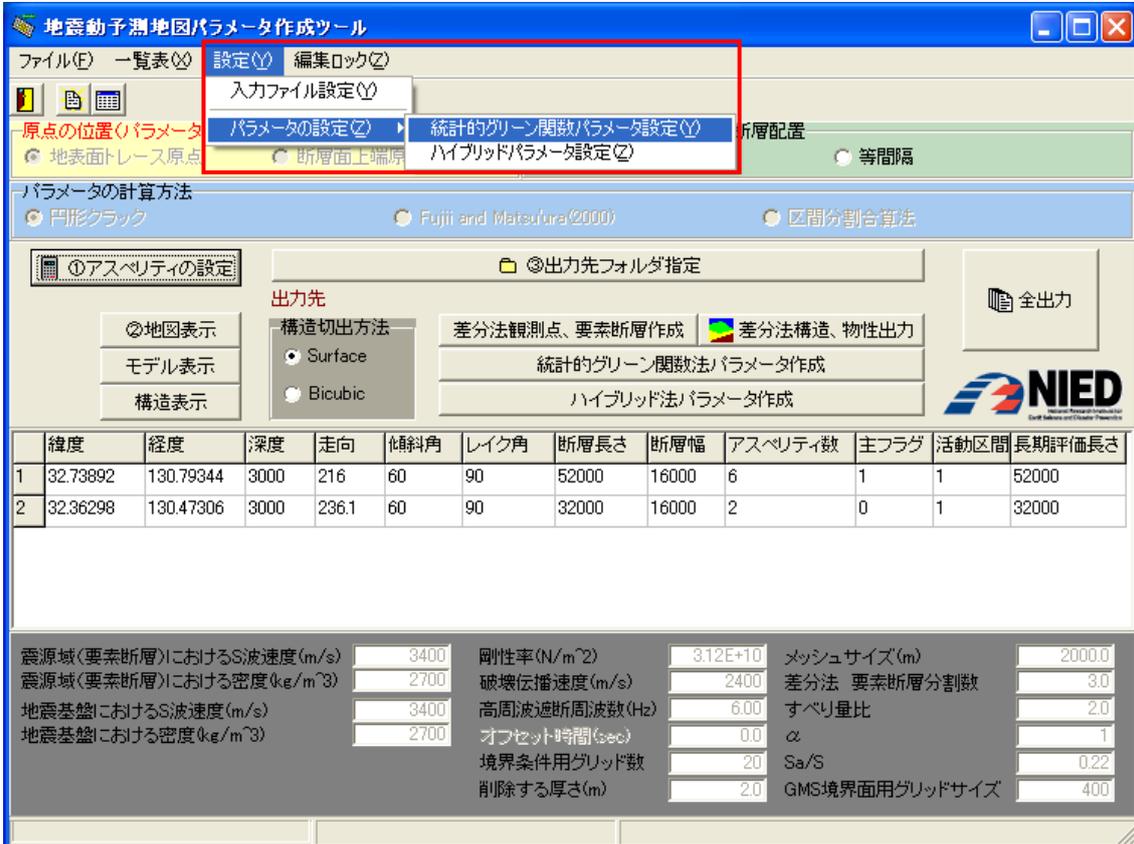


図 12 - 5 統計的グリーン関数パラメータの設定

メニュー選択後、図 12 - 6 のダイアログが表示されるので、必要な項目を設定する。設定する項目は、

- ・ サンプル周波数
- ・ 解析時間
- ・ 要素断層の密度
- ・ 要素断層の S 波速度
- ・ 要素地震のモーメント
- ・ 要素地震の実行応力
- ・ 放射特性
- ・ 係数 m
- ・ Q 値設定パラメータ 1~4
- ・ 要素地震のすべり量
- ・ オフセット

である。

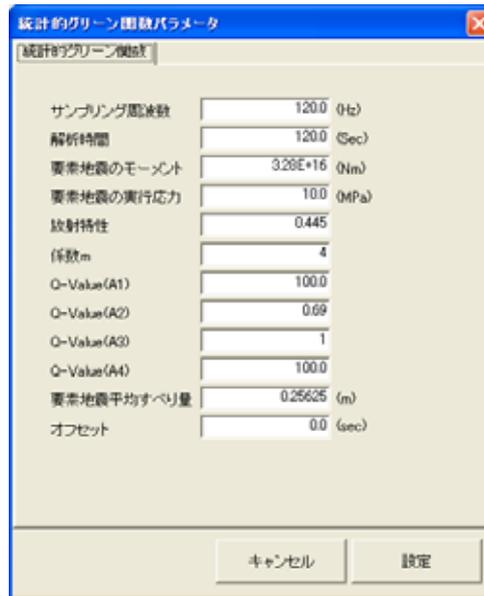


図 12 - 6 統計的グリーン関数パラメータ設定ダイアログ

12.3. ハイブリッドパラメータ設定

ハイブリッドパラメータの設定も同様である (図 12 - 7、 図 12 - 9)

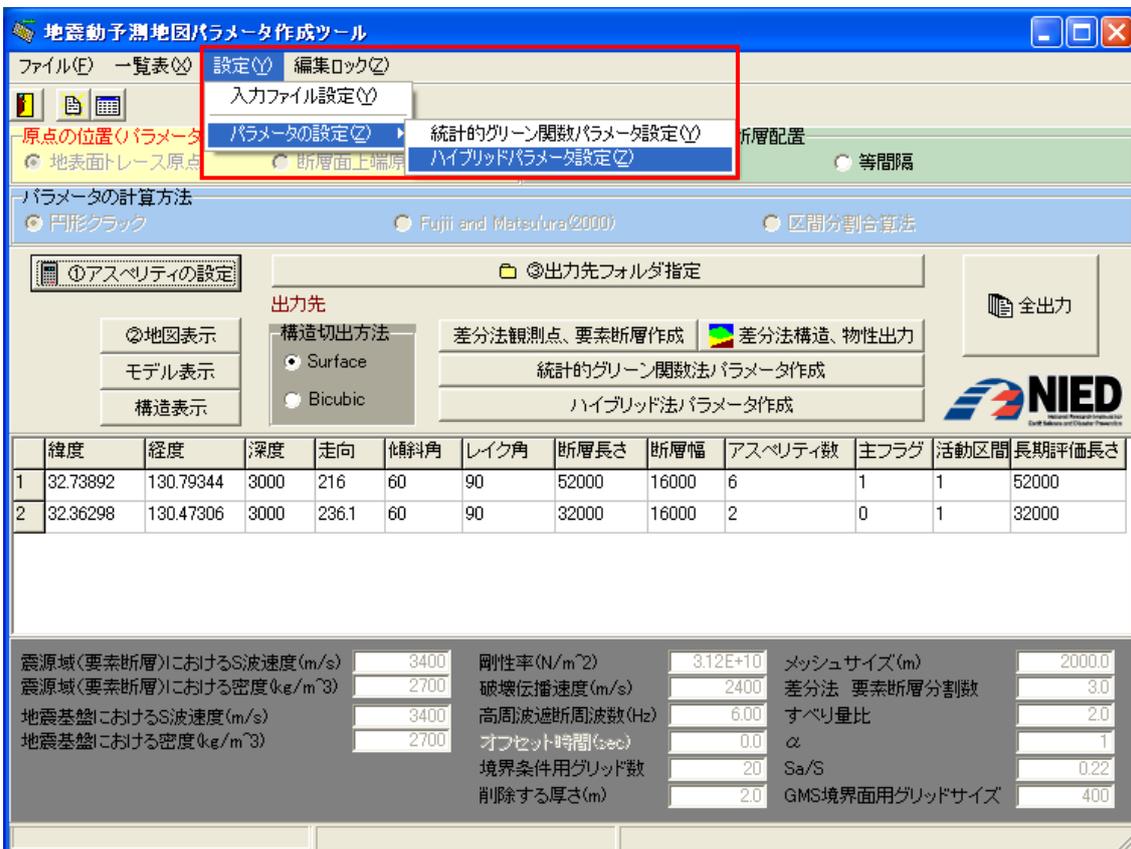


図 12 - 7 ハイブリッドパラメータの設定

設定する項目は、

- ・ 差分法結果フォルダ名
- ・ 差分法結果ヘッダ部
- ・ 統計的グリーン関数法結果フォルダ名
- ・ 統計的グリーン関数法結果ヘッダ部
- ・ ハイブリッド結果フォルダ名
- ・ ハイブリッド結果ヘッダ部
- ・ フィルタフラグ
- ・ 接続周波数
- ・ 距離減衰式用 Mw

である。差分法結果ファイルには、ここで指定したヘッダ部の他、観測点ファイルから順番を付けた値が「_%04d」の形で付加される。このときの順番をつけるソート条件は、ソートキー1を緯度、ソートキー2を経度としていずれも昇順としたもので、観測点が東西に10点、南北に7点の70点の場合、図 12 - 8のように連番を付けたものである。

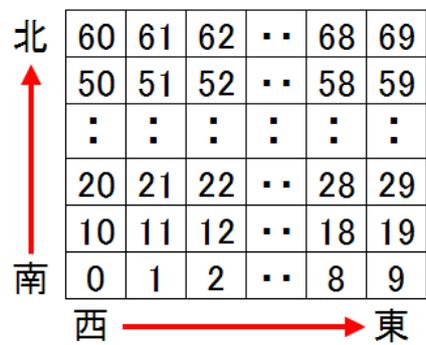


図 12 - 8 ソート条件

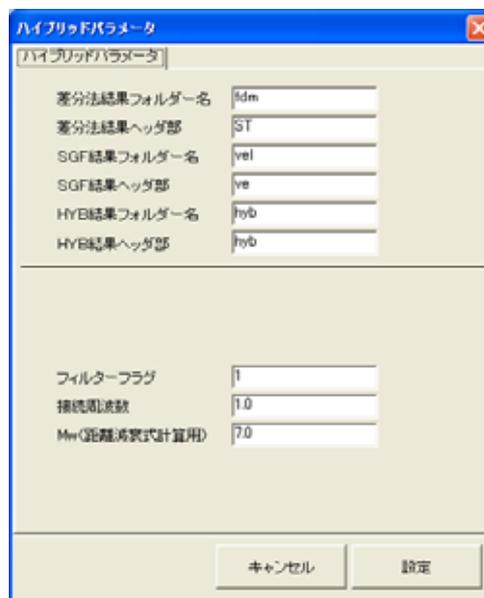


図 12 - 9 ハイブリッドパラメータ設定ダイアログ

13. 編集ロック

アスペリティの設定を行った後は、ストリンググリッド部分、エディットボックス部分の編集ができないように設定される。アスペリティを設定した以降に、アスペリティ数を変更するなど、表示しているパラメータに変更を加える場合は、編集可能状態にする必要がある。「編集ロック」メニューの「ロック解除」(図 13 - 1)を行うことにより、ストリンググリッド、エディットボックスを編集可能状態にし、パラメータを変更することが可能となる。ただし、それまでに設定していたパラメータはリセットされる。



図 13 - 1 編集ロックメニュー

14. パラメータファイル

断層パラメータファイルについて、ツールを開発する間に変更になった点について、示す。

14.1. 原点フラグ

過去の断層パラメータファイルでは、地表トレースを原点とするものと、断層面（地中）を原点とするものの 2 つが存在していた。このため、断層パラメータファイルのみでは、間違える可能性があるため、フラグを設けることにした。フラグの位置は、パラメータを記載している 2 行目の 4 個目のパラメータとし、「1」の場合、地表原点、「2」の場合、断層面（地中）原点とした。

パラメータファイルの例：赤字部分が変更点

VER. = 1.0,
DATE = 2008-11-18

F4503_KISO-SEINAIJI_1,1
4503,7.4,1,**1**
1,137.616667,35.383333,137.616667,35.383333,2.0,38.0,16.0,12.8,90.0

14.2. 活動区間パラメータ

特性化震源モデルの設定方法の変更に伴って、活動区間と単位区間の考え方が導入された。この活動区間を表現するため、断層線ごとに新たなパラメータを追加した。追加した位置は、断層面データの最後、11 個目のパラメータとした。値は、断層面がどの活動区間に属するかを示す値であり、整数で 1 からはじまる連番で与えた。

パラメータファイルの例：赤字部分が変更点

VER. = 1.0
DATE = 2008-09-02

UPDATE

F8105_IYONADA,1
810503,-7.4,3

1, 133.281568, 33.953819, 133.278983, 33.957131, 4.0, 44.0, 14.0, 243.0, 90.0, **1**

2, 132.857076, 33.773543, 132.854532, 33.776864, 4.0, 38.0, 14.0, 243.0, 90.0, **1**

3, 132.491173, 33.617847, 132.488664, 33.621179, 4.0, 56.0, 14.0, 243.0, 90.0, **2**

15. 計算手順について

15.1. 円形クラックモデル

15.1.1. 平均的アスペリティを用いる場合

15.1.1.1. 全体の計算

- 1) 全体の面積 $Stotal$ (km^2) を計算する。
- 2) 面積 $Stotal$ からモーメント $Mototal$ ($N \cdot m$) を計算する。

このとき、 $Mototal = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$ から $Mototal = 7.5 \times 10^{18} (N \cdot m)$ となる

Skm^2 は $S = 367.1947712 km^2$ となるので、この値を境界として、この値以上のときは、

$$Mototal = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$$

を用い、未満のときは、

$$Mototal = (S / 2.23 \times 10^{15})^{3/2} \times 10^{-7}$$

を用いる。

- 3) $Mototal$ を調整する係数 をかける。
- 4) 面積から等価半径 $R(m)$ を計算する。
- 5) 全体の静的応力降下量 (MPa) を次式から計算する。

$$\Delta\sigma = \frac{7}{16} \cdot Mototal / R^3 / 10^6$$

- 6) 全体のすべり量 $Disp(m)$ を計算する。 $Disp = Mototal / Stotal / \mu$ ここで、 μ : 剛性率である。

- 7) 短周期レベル A を計算する。 $A = 2.46 \cdot 10^{10} \cdot (Mototal \cdot 10^7)^{1/3}$

15.1.1.2. アスペリティのパラメータの計算

- 1) アスペリティのすべり量 $Da(m)$ を、断層全体のすべり量 $Disp$ にすべり量比 $Drate$ をかけて求める。
- 2) アスペリティの等価半径 $ra(m)$ を計算する。

$$ra = \left(\frac{7\pi}{4} \right) \cdot \left\{ \frac{Mototal}{(A \cdot R)} \right\} \cdot \beta^2$$

ここで、 A : 短周期レベル、 β : 地震発生層の S 波速度 (m/s) である。

- 3) アスペリティの応力降下量 $a(MPa)$ を計算する。

$$\Delta\sigma a = \left(\frac{7}{16} \right) \cdot Mototal / (ra^2 \cdot R) / 10^6$$

- 4) アスペリティの面積 $Sa(m^2)$ を、等価半径 $ra(m)$ から求める。
- 5) アスペリティの面積 Sa 、アスペリティのすべり量 Da 、剛性率 μ からアスペリティの

モーメント Moa を求める。

15.1.1.3. 背景領域のパラメータの計算

- 1) 背景領域のモーメント Mob を、全体のモーメント $Mototal$ からアスペリティのモーメント Moa 引いて求める。 $Mob = Mototal - Moa$
- 2) 背景領域の面積 Sb を全体の面積 S からアスペリティの面積 Sa を引いて求める。
- 3) 背景領域のすべり量 Db を、背景領域のモーメント Mob 、面積 Sb 、剛性率 μ から求める。

15.1.1.4. 単位区間のパラメータの設定

- 1) 単位区間のモーメント Moi を単位区間の面積 Si の 1.5 乗に比例して配分することで算

$$\text{出する。 } Moi = Mototal \times \frac{Si^{1.5}}{\sum Si^{1.5}}$$

- 2) 単位区間のすべり量 Di を、単位区間モーメント Moi 、剛性率 μ 、単位区間面積 Si から求める。
- 3) 単位区間の短周期レベル Ai を、総短周期レベル A の 2 乗を単位区間の面積 Si に比例して求める。 $Ai = A \times \sqrt{\frac{Si}{Stotal}}$
- 4) 単位区間のアスペリティの面積 Sai を、全体のアスペリティ面積 Sa から単位区間の面積 Si に比例配分して求める。
- 5) 単位区間のアスペリティの応力降下量 ai は、アスペリティ全体の応力降下量 a とする。
- 6) 単位区間のアスペリティのすべり量 Dai を、単位区間のすべり量 Di にすべり量比 $Drate$ をかけて求める。
- 7) 単位区間のアスペリティのモーメント $Moai$ を、単位区間のアスペリティ面積 Sai 、単位区間のアスペリティすべり量 Dai 、剛性率 μ から求める。

15.1.1.5. 単位区間毎の個々のアスペリティのパラメータの設定

- 1) 単位区間内のアスペリティが複数ある場合、単位区間のアスペリティ面積を、アスペリティの個数が 2 個のとき 2 : 1 で面積を配分し、3 個のときは、2 : 1 : 1 で面積を配分する。4 個以上のときは、自動設定できないため、手動で設定する。
- 2) 単位区間内の個々のアスペリティのモーメント $Moaij$ を、個々のアスペリティの面積 $Saij$ の 1.5 乗に比例して配分することで算出する。

$$Moaij = Moai \times \frac{Saij^{1.5}}{\sum Saij^{1.5}}$$

- 3) 単位区間内の個々のアスペリティのすべり量 $Daij$ を、個々のアスペリティの面積 $Saij$ 、モーメント $Moaij$ 、剛性率 μ から算出する。

- 4) 単位区間内の個々のアスペリティの応力降下量 σ_{aij} は、単位区間のアスペリティの応力降下量 σ_{ai} とする。

15.1.1.6. 単位区間毎の背景領域のパラメータの設定

- 1) 単位区間の背景領域の面積 S_{bi} を、単位区間全体の面積 S_i から単位区間のアスペリティ全体の面積 S_{ai} を引くことで求める。
- 2) 単位区間の背景領域のモーメント M_{bi} を、単位区間全体のモーメント M_{oi} から単位区間のアスペリティ全体のモーメント M_{oai} を引くことで求める。
- 3) 単位区間の背景領域のすべり量 D_{bi} を、単位区間の背景領域面積 S_{bi} 、モーメント M_{bi} 、剛性率 μ から求める。
- 4) 単位区間の背景領域の実行応力 σ_{bi} をアスペリティの個数が 1 個かそれ以上の場合に分けて計算する。1 個の場合は、単位区間内のアスペリティの応力降下量 σ_{ai} を用いて次式から求める。

$$\sigma_{bi} = \left(\frac{D_{bi}}{\text{width}} \Big/ \frac{D_{ai}}{\text{width}_{asp}} \right) \cdot \Delta\sigma_{ai}$$

ここで、 D_{bi} : 単位区間の背景領域のすべり量、 width : 断層幅、 D_{ai} : アスペリティのすべり量、 width_{asp} : アスペリティの幅 (アスペリティ面積の平方根) である。複数のアスペリティがある場合には、次式を用いる。

$$\sigma_{bi} = \left(\frac{D_{bi}}{\text{width}} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{\pi}}{D_{ai}} \right) \cdot r_{ai} \cdot \sum \gamma_j^3 \cdot \Delta\sigma_{ai}$$

$$\gamma_j = \frac{r_{aij}}{r_{ai}}$$

ここで、 r_{ai} : 単位区間内のアスペリティ全体の等価半径、 r_{aij} : 単位区間内の個別のアスペリティの等価半径である。

15.1.1.7. アスペリティの配置

ここまで設定したパラメータから、各断層面にアスペリティを配置する計算を行い、要素断層を設定する。

15.2. Fujii & Matsu'ura(2000)の方法

15.2.1. 平均的アスペリティを用いる場合

15.2.1.1. 全体の計算

- 1) 全体の面積 $Stotal$ (km^2)を計算する。
- 2) 面積 $Stotal$ からモーメント $Mototal$ ($N \cdot m$)を計算する。

このとき、 $Mo = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$ から $Mo = 7.5 \times 10^{18} (N \cdot m)$ となる Skm^2 は $S = 367.1947712 km^2$ となるので、この値を境界として、この値以上のときは、

$$Mototal = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$$

を用い、未満のときは、

$$Mototal = (S / 2.23 \times 10^{15})^{3/2} \times 10^{-7}$$

を用いる。

- 3) $Mototal$ を調整する係数 α をかける。
- 4) 面積から等価半径 R (m)を計算する。
- 5) 全体の静的応力低下量 σ (MPa)を 3.1MPa とする。
- 6) 全体のすべり量 $Disp$ (m)を計算する。 $Disp = Mototal / Stotal / \mu$ ここで、 μ : 剛性率である。

15.2.1.2. アスペリティのパラメータの計算

- 1) アスペリティの面積 Sa を全体の面積 $Stotal$ にアスペリティ面積比 (= 0.22) をかけて求める。
- 2) アスペリティのすべり量 Da を全体のすべり量 $Disp$ にすべり量比 (= 2) をかけて求める。
- 3) アスペリティの面積 Sa から等価半径 ra を求める
- 4) アスペリティの応力低下量 a を、全体の応力低下量 σ からアスペリティ面積比で割り求める。
- 5) アスペリティの面積 Sa 、すべり量 Da 、剛性率 μ からモーメント Moa を求める。
- 6) 等価半径 ra 、応力低下量 a 、震源域の S 波速度 Vs から短周期レベル $Aasp$ を求める。

$$Aasp = 4.0 \times \pi \times rasp \times \Delta\sigma_a \times \beta^2 \times 10^6$$

15.2.1.3. 背景領域のパラメータの計算

- 1) 背景領域のモーメント Mob を、全体のモーメント $Mototal$ からアスペリティのモーメント Moa を引いて求める。
- 2) 背景領域の面積 Sb を、全体の面積 $Stotal$ からアスペリティの面積 Sa を引いて求める。
- 3) 背景領域のすべり量 Db を、モーメント Mob 、面積 Sb 、剛性率 μ から求める。

15.2.1.4. 単位区間のパラメータの設定

1) 単位区間のモーメント Moi を、単位区間の面積 Si の 1.5 乗に比例して配分することで

$$\text{算出する。 } Moi = Mototal \times \frac{Si^{1.5}}{\sum Si^{1.5}}$$

2) 単位区間のすべり量 Di を、単位区間モーメント Moi 、剛性率 μ 、単位区間面積 Si から求める。

3) 単位区間の短周期レベル Ai を、総短周期レベル A の 2 乗を単位区間の面積 Si に比例

$$\text{して求める。 } Ai = A \times \sqrt{\frac{Si}{S}}$$

4) 単位区間のアスペリティの面積 Sai を、全体のアスペリティ面積 Sa から単位区間の面積 Si に比例配分して求める。

5) 単位区間のアスペリティの応力降下量 ai は、アスペリティ全体の応力降下量 a とする。

6) 単位区間のアスペリティのすべり量 Dai を、単位区間のすべり量 Di にすべり量比 $Drate$ をかけて求める。

7) 単位区間のアスペリティのモーメント $Moai$ を、単位区間のアスペリティ面積 Sai 、単位区間のアスペリティすべり量 Dai 、剛性率 μ から求める。

15.2.1.5. 単位区間毎の個々のアスペリティのパラメータの設定

1) 単位区間内のアスペリティが複数ある場合、単位区間のアスペリティ面積を、アスペリティの個数が 2 個のとき 2 : 1 で面積を配分し、3 個のときは、2 : 1 : 1 で面積を配分する。4 個以上のときは、自動設定できないため、手動で設定する。

2) 単位区間内の個々のアスペリティのモーメント $Moaij$ を、個々のアスペリティの面積 $Saij$ の 1.5 乗に比例して配分することで算出する。

$$Moaij = Moai \times \frac{Saij^{1.5}}{\sum Saij^{1.5}}$$

3) 単位区間内の個々のアスペリティのすべり量 $Daij$ を、個々のアスペリティの面積 $Saij$ 、モーメント $Moaij$ 、剛性率 μ から算出する。

4) 単位区間内の個々のアスペリティの応力降下量 aij は、単位区間のアスペリティの応力降下量 ai とする。

15.2.1.6. 単位区間毎の背景領域のパラメータの設定

1) 単位区間の背景領域の面積 Sbi を、単位区間全体の面積 Si から単位区間のアスペリティ全体の面積 Sai を引くことで求める。

2) 単位区間の背景領域のモーメント $Mobi$ を、単位区間全体のモーメント Moi から単位区間のアスペリティ全体のモーメント $Moai$ を引くことで求める。

- 3) 単位区間の背景領域のすべり量 D_{bi} を、単位区間の背景領域面積 S_{bi} 、モーメント M_{bi} 、剛性率 μ から求める。
- 4) 単位区間の背景領域の実行応力 b_i をアスペリティの個数が 1 個かそれ以上の場合に分けて計算する。1 個の場合は、単位区間内のアスペリティの応力降下量 a_i を用いて次式から求める。

$$\sigma_{bi} = \left(\frac{D_{bi}}{\text{width}} \Big/ \frac{D_{ai}}{\text{width}_{asp}} \right) \cdot \Delta\sigma_{ai}$$

ここで、 D_{bi} : 単位区間の背景領域のすべり量、 width : 断層幅、 D_{ai} : アスペリティのすべり量、 width_{asp} : アスペリティの幅 (アスペリティ面積の平方根) である。複数のアスペリティがある場合には、次式を用いる。

$$\sigma_{bi} = \left(\frac{D_{bi}}{\text{width}} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{\pi}}{D_{ai}} \right) \cdot r_{ai} \cdot \sum \gamma_j^3 \cdot \Delta\sigma_{ai}$$

$$\gamma_j = \frac{r_{aij}}{r_{ai}}$$

ここで、 r_{ai} : 単位区間内のアスペリティ全体の等価半径、 r_{aij} : 単位区間内の個別のアスペリティの等価半径である。

15.2.1.7. アスペリティの配置

ここまでに設定したパラメータから、各断層面にアスペリティを配置する計算を行い、要素断層を設定する。

15.3. 区間分割合算法

15.3.1. 平均的アスペリティを用いる場合

15.3.1.1. 全体の計算

- 1) 全体の面積 $Stotal$ (m^2) を計算する。
- 2) 面積から等価半径 R を計算する。
- 3) 全体の静的応力降下量 σ を $3.1MPa$ を仮に入力しておく。

15.3.1.2. 活動区間全体の計算

- 1) 活動区間の長さ $Length$ (長期評価の長さ) から、活動区間全体の気象庁マグニチュード M_{jmak} を計算する。

$$M_{jmak} = (\log 10(Length) + 2.9) / 0.6$$

- 2) 気象庁マグニチュードから活動区間全体のモーメント Mok を計算する。

$$Mok = 10^{1.17 \times M_{jmak} + 10.72}$$

- 3) モーメント Mok から活動区間全体のモーメントマグニチュード Mwk を計算する。

$$Mwk = (\log 10(Mok) - 9.1) / 1.5$$

- 4) 活動区間全体の応力降下量 σ_k を $3.1MPa$ に設定する。
- 5) 活動区間全体のすべり量 $Disp_k$ を、活動区間全体の面積 Sk 、モーメント Mok 、剛性率 μ から計算する。
- 6) 活動区間全体の等価半径 r_k を計算する。
- 7) 活動区間全てについて 1) ~ 6) の計算が終わったら、各活動区間のモーメントを足し合わせて、全体のモーメント $Mototal$ とする。
- 8) 全体のモーメント $Mototal$ 、面積 $Stotal$ 、剛性率 μ から、全体のすべり量 $Disp$ を計算する。

- 9) 全体のモーメント $Mototal$ から、気象庁マグニチュード $Mjma$ 、モーメントマグニチュード Mw を計算する。

15.3.1.3. 活動区間全体のアスペリティのパラメータの計算

- 1) 活動区間全体のアスペリティの面積 Sak を、活動区間全体の面積 Sk にアスペリティ面積比 ($= 0.22$) をかけて求める。
- 2) 活動区間全体のアスペリティのすべり量 Dak を、活動区間全体のすべり量 $Disp_k$ にすべり量比 $Drate$ ($= 2$) をかけて求める。
- 3) 活動区間全体のアスペリティの面積 Sk から等価半径 rak を求める。
- 4) 活動区間全体のアスペリティの応力降下量 σ_{ak} を、活動区間全体の応力降下量 σ_k からアスペリティ面積比で割り求める。
- 5) 活動区間全体のアスペリティの面積 Sak 、活動区間全体のアスペリティのすべり量 Dak 、剛性率 μ からモーメント $Moak$ を求める。
- 6) 活動区間全体の等価半径 rak 、活動区間全体の応力降下量 σ_{ak} 震源域の S 波速度から短周期レベル Aak を求める。

$$Aak = 4.0 \times \pi \times rak \times \Delta\sigma_{ak} \times \beta^2 \times 10^6$$

15.3.1.4. 活動区間全体の背景領域のパラメータの計算

- 1) 活動区間全体の背景領域のモーメント M_{bk} を、活動区間全体のモーメント M_{ok} から活動区間全体のアスペリティのモーメント M_{ak} 引いて求める。
- 2) 活動区間全体の背景領域の面積 S_{bk} を、活動区間全体の面積 S_k から活動区間全体のアスペリティの面積 S_{ak} を引いて求める。
- 3) 活動区間全体の背景領域のすべり量 D_{bk} を、活動区間全体の背景領域のモーメント M_{bk} 、活動区間全体の背景領域の面積 S_{bk} 、剛性率 μ から求める。

15.3.1.5. 単位区間のパラメータの設定

- 1) 活動区間毎に、単位区間のモーメント M_{oi} を単位区間の面積 S_i の 1.5 乗に比例して配

$$\text{分することで算出する。 } M_{oi} = M_{ok} \times \frac{S_i^{1.5}}{\sum S_i^{1.5}}$$

- 2) 単位区間のすべり量 D_i を、単位区間モーメント M_{oi} 、剛性率 μ 、単位区間面積 S_i から求める。
- 3) 活動区間毎に、単位区間の短周期レベル A_i を、総短周期レベル A の 2 乗を単位区間の面積 S_i に比例して求める。 $A_i = A \times \sqrt{\frac{S_i}{S}}$
- 4) 活動区間毎に、単位区間のアスペリティの面積 S_{ai} を、活動区間のアスペリティ面積 S_{ak} から、単位区間の面積 S_i に比例配分して求める。
- 5) 単位区間のアスペリティの応力降下量 a_i は、活動区間全体のアスペリティの応力降下量 a_k とする。
- 6) 単位区間のアスペリティのすべり量 D_{ai} を、単位区間のすべり量 D_i にすべり量比 D_{rate} をかけて求める。
- 7) 単位区間のアスペリティのモーメント M_{oai} を、単位区間のアスペリティ面積 S_{ai} 、単位区間のアスペリティすべり量 D_{ai} 、剛性率 μ から求める。

15.3.1.6. 単位区間毎の個々のアスペリティのパラメータの設定

- 1) 単位区間内のアスペリティが複数ある場合、単位区間のアスペリティ面積を、アスペリティの個数が 2 個のとき 2 : 1 で面積を配分し、3 個のときは、2 : 1 : 1 で面積を配分する。4 個以上のときは、自動設定できないため、手動で設定する。
- 2) 単位区間内の個々のアスペリティのモーメント M_{oaij} を、個々のアスペリティの面積 S_{aij} の 1.5 乗に比例して配分することで算出する。

$$M_{oaij} = M_{oai} \times \frac{S_{aij}^{1.5}}{\sum S_{aij}^{1.5}}$$

- 3) 単位区間内の個々のアスペリティのすべり量 D_{aij} を、個々のアスペリティの面積 S_{aij} 、モーメント Mo_{aij} 、剛性率 μ から算出する。
- 4) 単位区間内の個々のアスペリティの応力降下量 σ_{aij} は、単位区間のアスペリティの応力降下量 σ_{ai} とする。

15.3.1.7. 単位区間毎の背景領域のパラメータの設定

- 1) 単位区間の背景領域の面積 S_{bi} を、単位区間全体の面積 S_i から単位区間のアスペリティ全体の面積 S_{ai} を引くことで求める。
- 2) 単位区間の背景領域のモーメント Mo_{bi} を、単位区間全体のモーメント Mo_i から単位区間のアスペリティ全体のモーメント Mo_{ai} を引くことで求める。
- 3) 単位区間の背景領域のすべり量 D_{bi} を、単位区間の背景領域面積 S_{bi} 、モーメント Mo_{bi} 、剛性率 μ から求める。
- 4) 単位区間の背景領域の実行応力 σ_{bi} をアスペリティの個数が 1 個かそれ以上の場合に分けて計算する。1 個の場合は、単位区間内のアスペリティの応力降下量 σ_{ai} を用いて次式から求める。

$$\sigma_{bi} = \left(\frac{D_{bi}}{\text{width}} \Big/ \frac{D_{ai}}{\text{width}_{asp}} \right) \cdot \Delta\sigma_{ai}$$

ここで、 D_{bi} : 単位区間の背景領域のすべり量、 width : 断層幅、 D_{ai} : アスペリティのすべり量、 width_{asp} : アスペリティの幅 (アスペリティ面積の平方根) である。複数のアスペリティがある場合には、次式を用いる。

$$\sigma_{bi} = \left(\frac{D_{bi}}{\text{width}} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{\pi}}{D_{ai}} \right) \cdot r_{ai} \cdot \sum \gamma_j^3 \cdot \Delta\sigma_{ai}$$

$$\gamma_j = \frac{r_{aij}}{r_{ai}}$$

ここで、 r_{ai} : 単位区間内のアスペリティ全体の等価半径、 r_{aij} : 単位区間内の個別のアスペリティの等価半径である。

15.3.1.8. アスペリティの配置

ここまで設定したパラメータから、各断層面にアスペリティを配置する計算を行い、要素断層を設定する。

15.4. 手動による設定の場合

円形クラック、Fujii & Matsu'ura(2000)、区間分割合算法のいずれの場合も、「現在の表示で計算」を押した場合の手動による設定方法であるが、この場合、アスペリティの配置については、画面上で設定した配置でデータが保存される。アスペリティ、背景領域のパラメータについては、「平均的アスペリティ設定」で求めた方法と同じ方法で計算を行う。複数のアスペリティが存在する場合、各单位区間の断層面で番号の一番若いものが大きな面積をもつものとみなされ、アスペリティが2つの場合、面積比2:1として、アスペリティが3つの場合、面積比2:1:1として、パラメータを求めている。これは、画面上の面積比には関係なく設定されるので、注意が必要である。

面積比もパラメータも全て手動で設定する必要がある場合には、アスペリティ設定画面で、任意のアスペリティを設定し、「現在の表示で計算」を押さずに「閉じる」を押し画面を閉じ、一覧表を表示してパラメータを手動で入力し保存することで、対応可能である。この場合、ここのパラメータは、別に計算しておく必要がある。

付録 PostDraw を用いた解析結果の表示

1. 起動画面

ツールを起動すると図 15 - 1 の画面が立ち上がる。

メインメニューの内容は以下のとおりである。

ファイル
出力
表示
設定
テンプレート

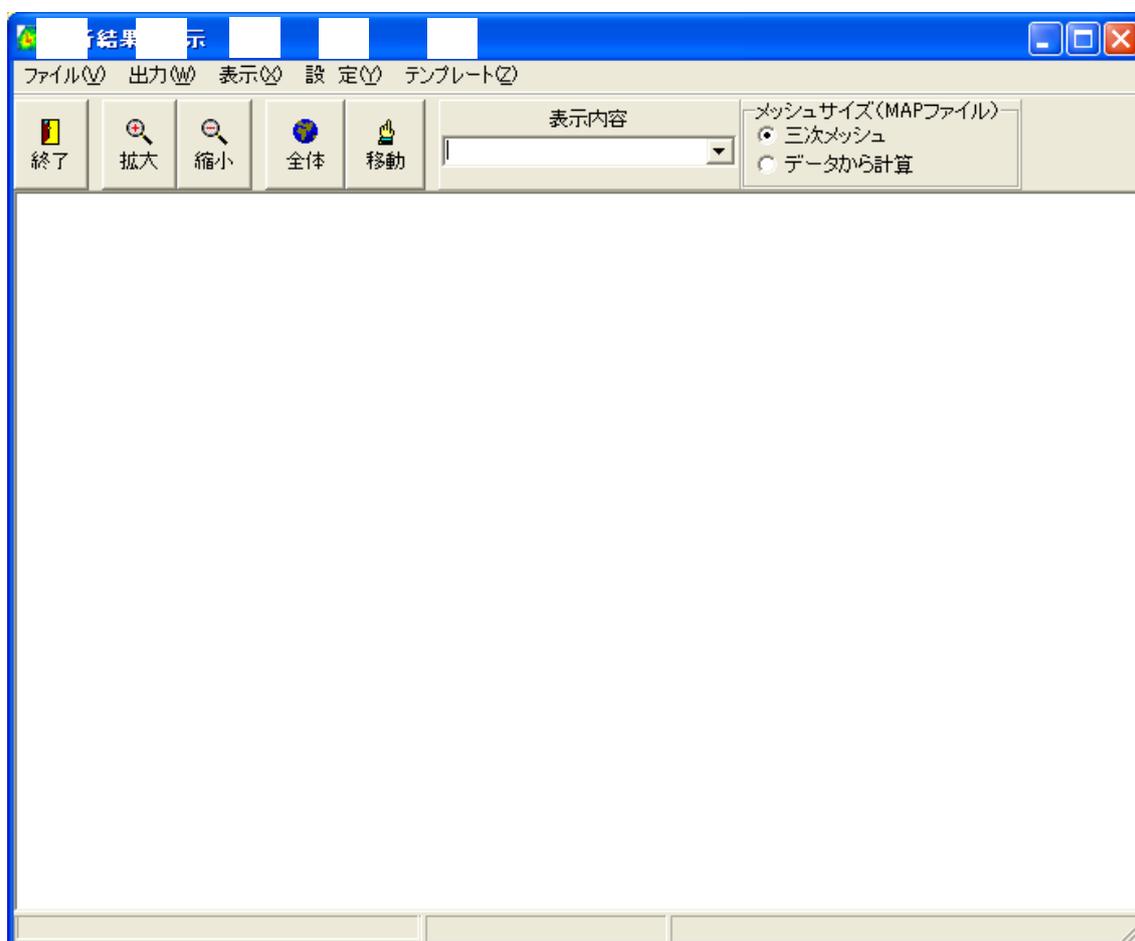


図 15 - 1 起動画面

2. ファイルメニュー

ファイルメニューには、以下の項目がある (図 15 - 2、図 15 - 3)。

- ・ MAP ファイルを開く
 - フォーマット 1 (1 km メッシュ)
 - フォーマット 1 (250 m メッシュ)
 - フォーマット 2 (メッシュコード付)

- フォーマット 3 (250 m メッシュ)
- ・ LOG ファイルを開く
- ・ 観測点ファイルを開く
 - 波形表示
 - 応答スペクトル表示



図 15 - 2 ファイルメニュー1

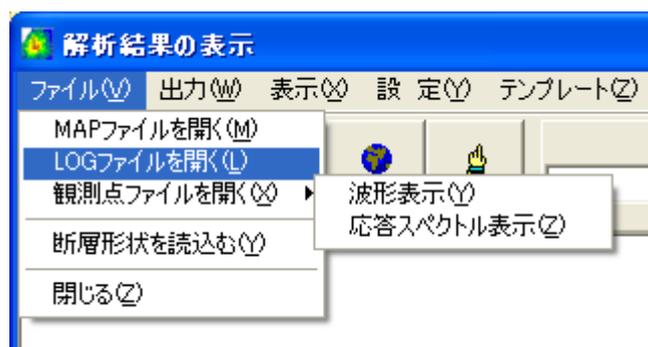


図 15 - 3 ファイルメニュー2

2.1. MAP ファイルを開く

MAP ファイルは、JSHIS フォーマットのファイルで、ファイルに記載されている範囲で表示を行う。ファイル読み込み時には、「*MAP*.csv」でフィルタがかけられているため、「MAP」を含むファイルのみ表示される。MAP ファイルのメッシュサイズは、基本的に三次メッシュであるので図 15 - 4 に示すメッシュサイズの選択ではデフォルトで「三次メッシュ」となっているが、場合によっては、三次メッシュではない場合もある。三次メッシュではない場合は、「データから計算」を選択し、MAP ファイルの AREA セクションで指定された範囲を取得後、メッシュ数からメッシュサイズを計算し、表示することができる。

MAP ファイルのフォーマットには、DATA セクションの始まりが、XPO、YPO で始まるものと、MESHCODE で始まるものがある。ここでは XPO、YPO で始まるものをフォーマット 1 とし、MESHCODE で始まるものをフォーマット 2 とする。フォーマット 1 では、読み込む際に、メッシュサイズを指定して読み込む。フォーマット 2 では、メッシュコード部分から、1km メッシュであるか、250m メッシュであるかを自動的に判別している。

フォーマット 2 で読込んだ場合には、メッシュサイズを指定するラジオボタンが使用できなくなる。

・フォーマット 1 の DATA セクション部の記述

DATA

XPO,YPO,JLON,JLAT,WLON,WLAT,BV,EB,AMP,SV,SI,WFN

・フォーマット 2 の DATA セクション部の記述

DATA

MESHCODE,JLON,JLAT,WLON,WLAT,BV,EB,AMP,SV,SI

・フォーマット 3 の DATA セクションの記述

DATA

CODE,BV,BI,EB,AMP,SI

MAP ファイルを読み込むことで、表示できる内容は以下のとおりである。表示の切り替えは、図 15 - 5 のコンボボックスで行う。

- ・工学的基盤最大速度
- ・地表面最大速度（フォーマット 3 ではなし）
- ・地表面震度
- ・増幅率（フォーマット 3 ではなし）

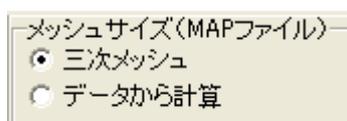


図 15 - 4 メッシュサイズの選択

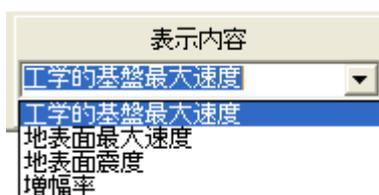


図 15 - 5 MAP ファイルから表示できる内容

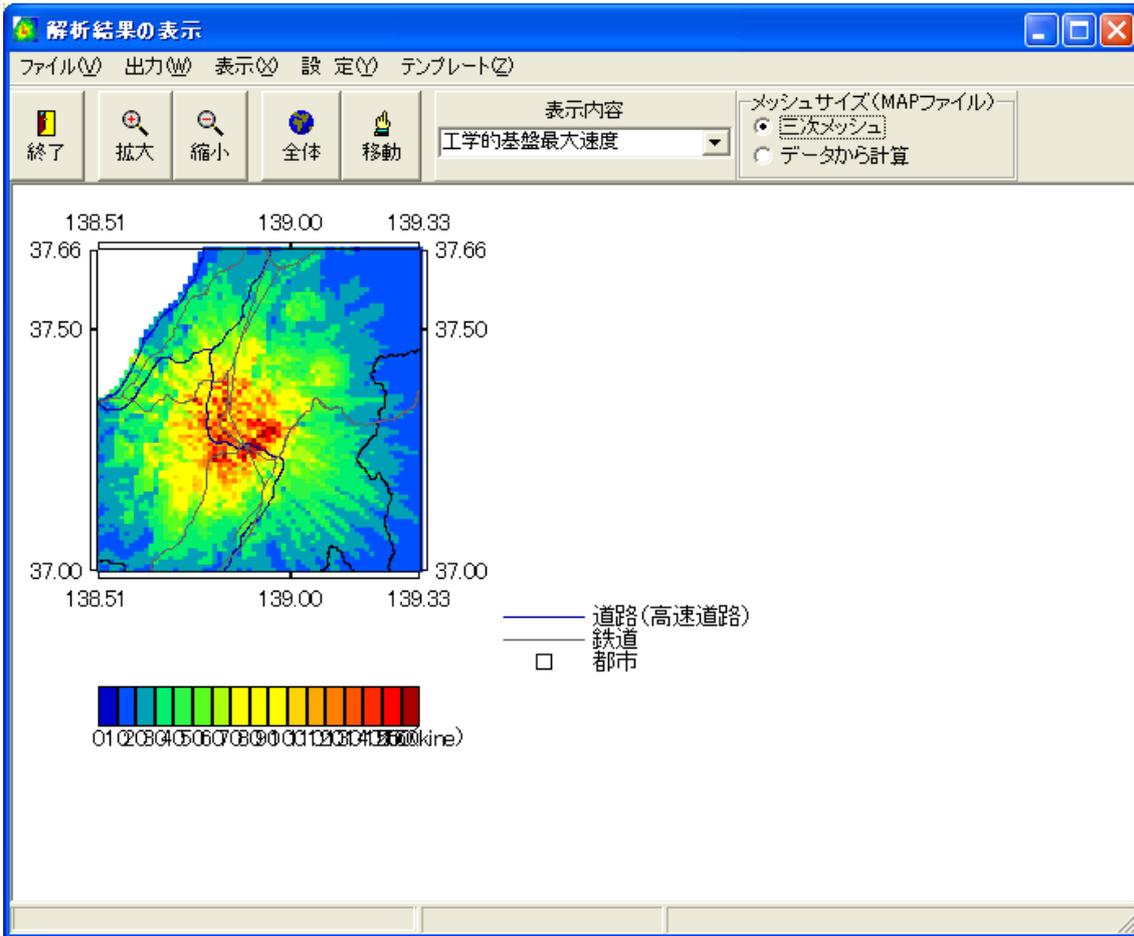


図 15 - 6 MAP ファイルの表示例

2.2. LOG ファイルを開く

LOG ファイルとは、ハイブリッド処理を行った際の LOG ファイルであり、統計的グリーン関数、差分法結果を表示することができる。ファイル読込時には、「*.dat」でフィルタがかけられているため、LOG ファイルに別の拡張子を選択している場合は初期設定を変更する必要がある。表示できる内容は以下のとおりである（図 15 - 7）。LOG ファイルからの表示例を図 15 - 8 に示す。

- ・ 統計的グリーン関数法工学的基盤最大速度
- ・ 差分法 EW 成分最大速度
- ・ 差分法 NS 成分最大速度
- ・ 差分法 UD 成分最大速度

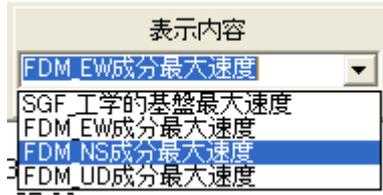


図 15 - 7 LOG ファイル読込から表示できる内容

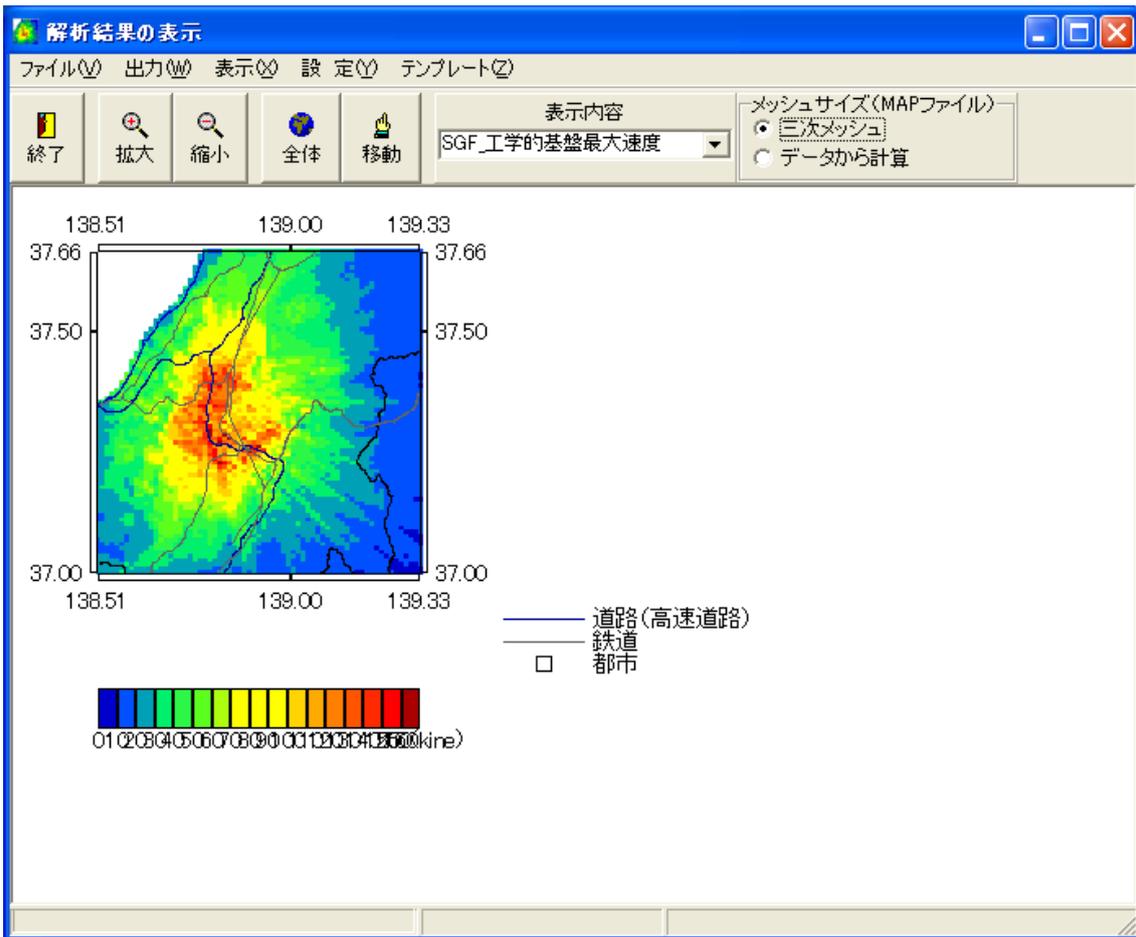


図 15 - 8 LOG ファイルの表示例

2.3. 観測点ファイルを開く

観測点ファイルを開くでは、波形表示、速度応答スペクトル表示メニューがある。

波形、応答スペクトルを表示するメニューを選択すると図 15 - 9 のダイアログが表示される。波形を読み込む際は、次の手順を進める。

- (1) 波形データの入っているフォルダを指定する。
- (2) 個々の波形が観測された位置を与えるため、GMS で用いた観測点ファイルを指定する。
- (3) 波形の種類を選択する。差分法の結果、統計的グリーン関数法の結果、ハイブリッド法の結果のいずれかを選択する。
- (4) 差分法の結果を選択した場合は、ファイル名のヘッダ部の文字列を指定する。解析結果の波形ファイルを knet フォーマットに変換した際に指定した、ファイル名のヘッダ部分を指定する必要がある。例えば、「1117c4_ST000001_0000.EW」というファイルの場合は、「1117c4_」部分を指定する。その後続く「ST000001_0000」の部分は自動的に生成される。統計的グリーン関数法の解析結果の場合、「ve000001」と自動的に生成され、ハイブリッド法の解析結果の場合、「HYB000001」が自動的に生成される。
- (5) 波形成分を指定する。差分法の場合は、EW、NS、UD が選択でき、統計的グリーン関数法の場合は dat となり、ハイブリッド法の場合 EW、NS が指定できる。
- (6) 表示する波形数を指定する。

図 15 - 9 波形読込の設定

波形表示の例を図 15 - 10 に、応答スペクトル表示の例を図 15 - 11 に示す。

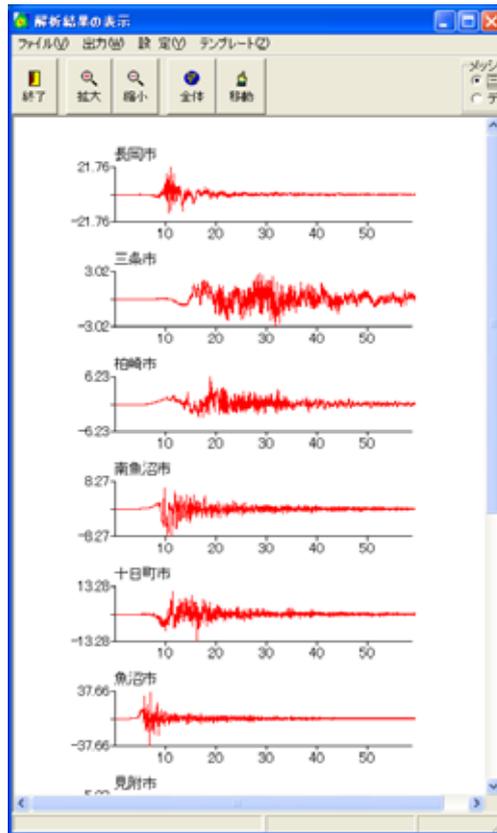


図 15 - 10 波形表示の例

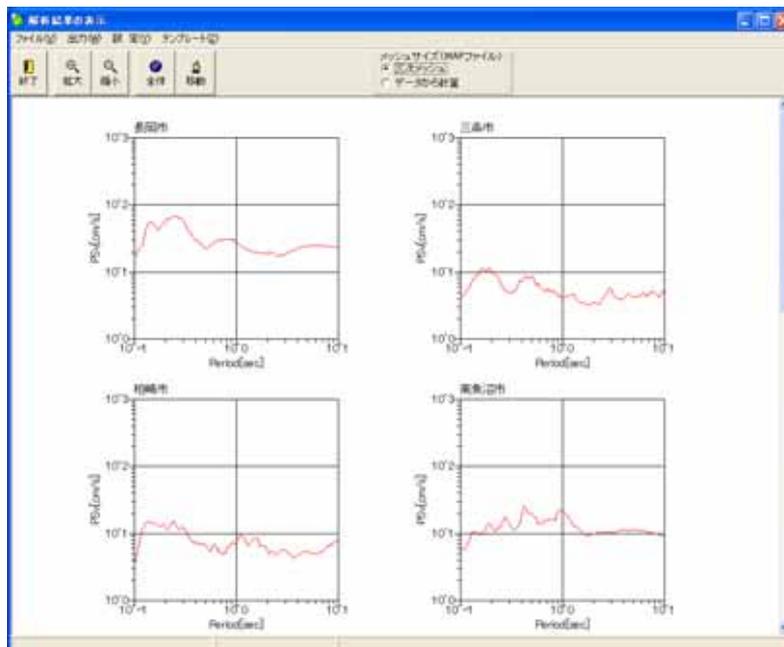


図 15 - 11 応答スペクトル表示の例

2.4. 断層形状を読み込む

MAP ファイル、LOG ファイルから解析結果を表示した場合は、JSHIS の FAULT フォーマットファイルを読み込むことにより、地図上に断層面の位置を表示することができる（図 15 - 12）。

JSHIS ファイルで FLT セクションに記載されている断層面位置情報で、4 行で記載されている場合は、矩形ではじめの 2 行が上辺を表している。三角形の形状の場合、2 行目が下端点と記載されている。ファイルを読み込み、表示する際には、この関係をもとに辺を構成するように内部処理しているため、記載順序のことなる場合は、断層面上辺を表す実線とその他の辺を表す点線の位置が異なる場合が生じる。

```
# FLT1
```

```
# JLON,JLAT,WLON,WLAT,DEP
```

```
135.68040,34.41960,135.67756,34.42288,4000.0000 上
```

```
135.05380,34.27050,135.05102,34.27378,4000.0000 上
```

```
135.01860,34.37250,135.01582,34.37577,15000.0000 下
```

```
135.51990,34.49180,135.51708,34.49507,15000.0000 下
```

```
# FLT2
```

```
# JLON,JLAT,WLON,WLAT,DEP
```

```
135.68040,34.41960,135.67756,34.42288,4000.0000 上
```

```
135.51990,34.49180,135.51708,34.49507,15000.0000 下
```

```
135.64520,34.52160,135.64236,34.52487,4000.0000 上
```

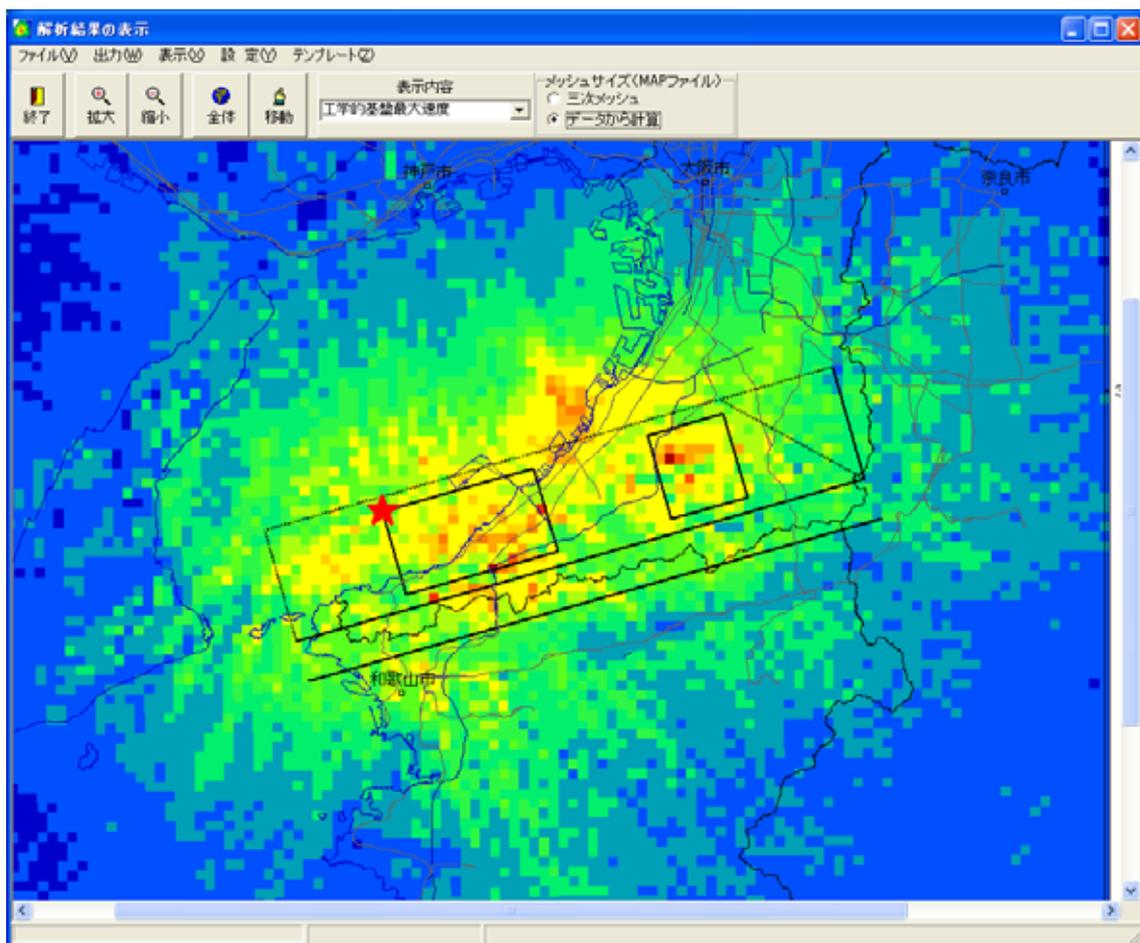


図 15 - 12 FAULT ファイルの読込例

3. 出力メニュー

出力メニューでは(図 15 - 13) SVG 出力、EMF 出力、画像出力があり、描画した画像を、それぞれの形式で保存することができる。画像出力では、BMP ファイルと JPEG ファイルの出力が可能である。SVG で出力し IE で表示した例を図 15 - 14 に、EMF で出力し、エクセルで表示した例を図 15 - 15 に示す。



図 15 - 13 出力メニュー

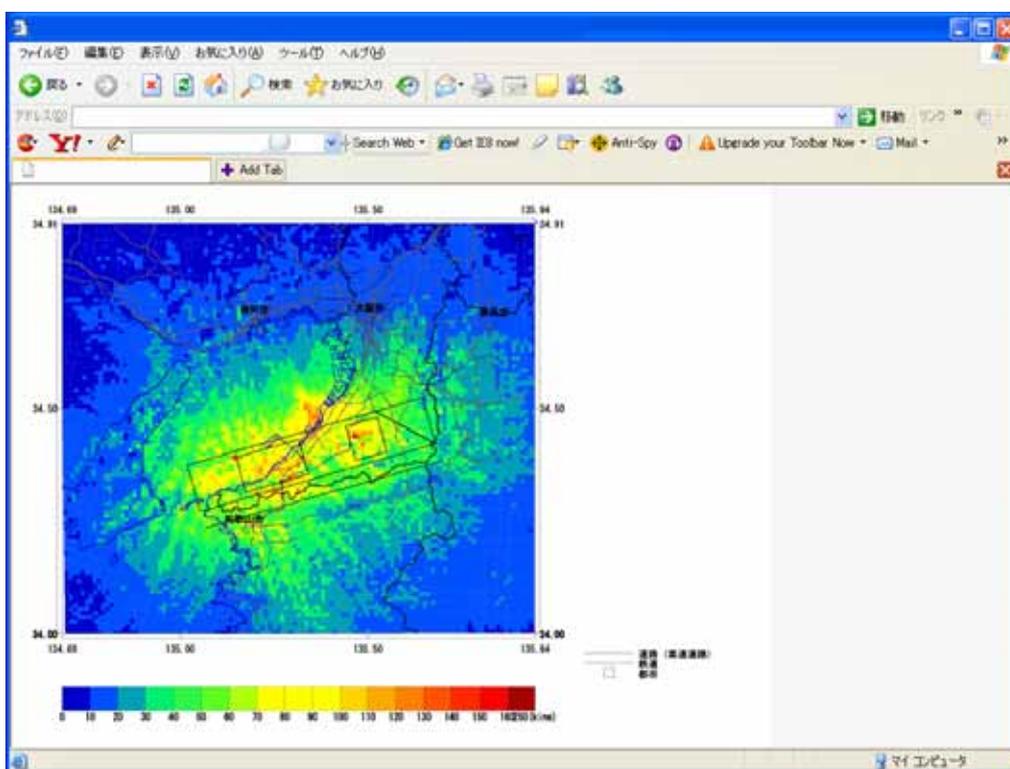


図 15 - 14 SVG 出力の例 (IE による表示)

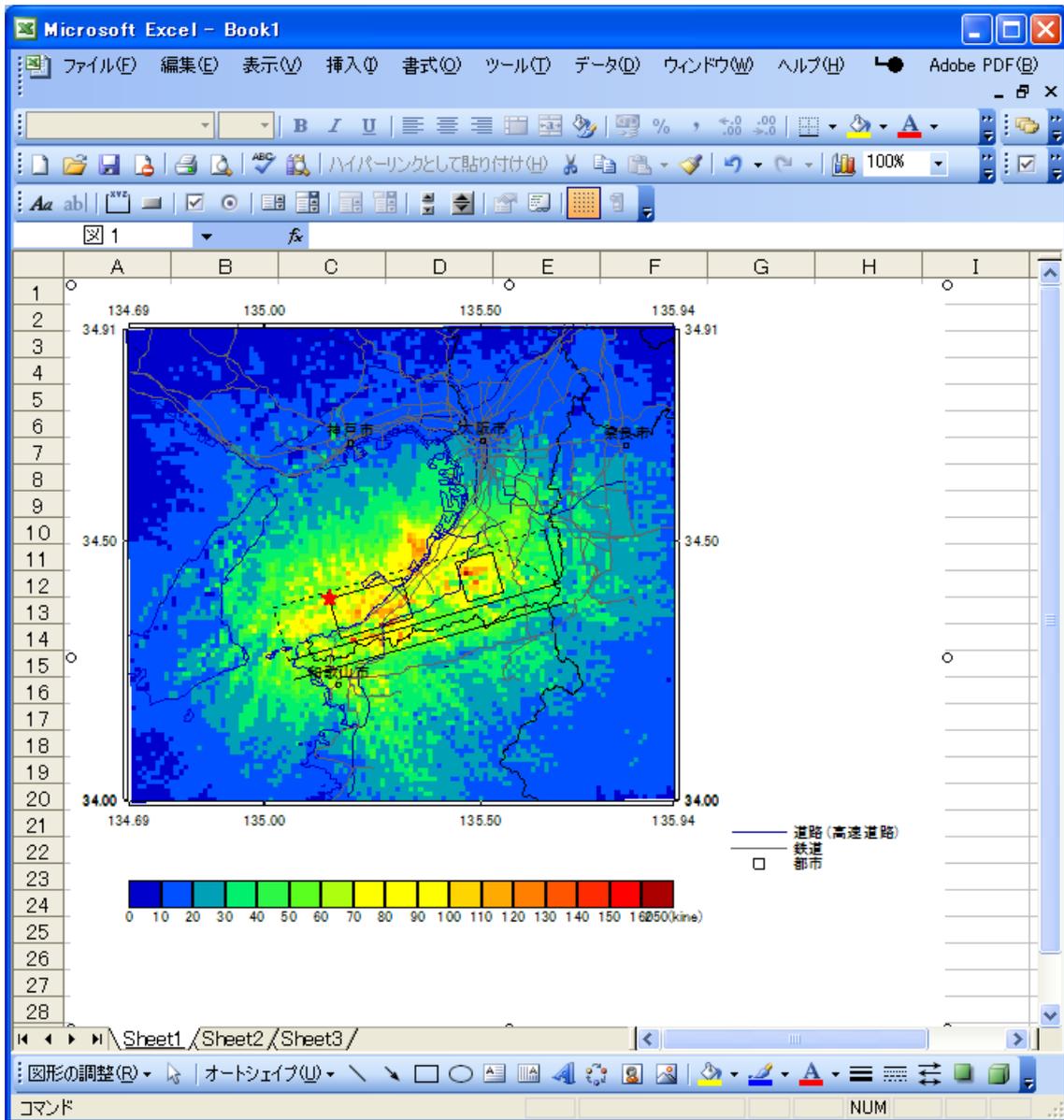


図 15 - 15 EMF 出力の例 (Excel による表示)

4. 表示メニュー

表示メニューでは（図 15 - 16）、断層面の表示、断層面トレース、主要道路、鉄道、市町村境界、都市名の表示があり、それぞれをチェックすることで、対象となる内容の表示をオン、オフを切り替えることができる。都市名の表示には、サブメニューがあり、政令指定都市・県庁所在地、人口の多い10都市、都市名非表示を選択できる。

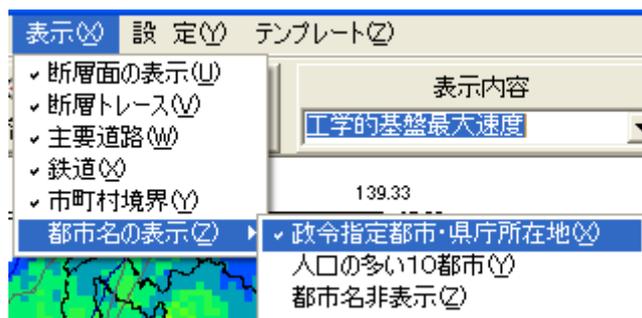


図 15 - 16 表示メニュー

5. 設定メニュー

設定メニューでは（図 15 - 17）、凡例色・主要都市ファイル設定、フォントサイズの設定がある。

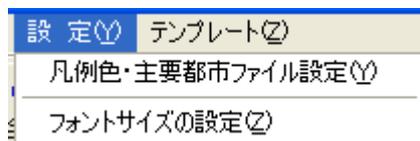


図 15 - 17 設定メニュー

5.1. 凡例・主要都市ファイル設定

凡例・主要都市ファイル設定を選択すると、図 15 - 18 のダイアログが開き、凡例の色を指定する、増幅率の CPT ファイルの指定、速度の CPT ファイルの指定が行えるほか、主要都市ファイルの指定が行える。

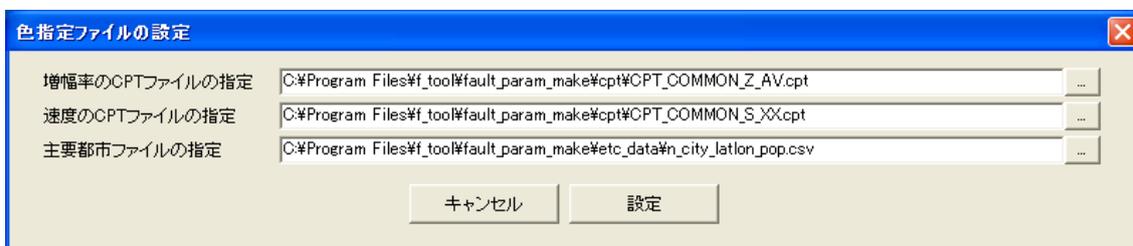


図 15 - 18 凡例色ファイル等の設定ダイアログ

5.2. フォントサイズの指定

フォントサイズの指定では(図 15 - 19) 描画に用いるフォントが拡大率によって、デフォルトの設定では適当なサイズではない場合があるため、任意のサイズを設定できるようにしたものである。フォントサイズを記載してあるエディットボックス右側のアップダウンボタンにより、フォントサイズを設定する。

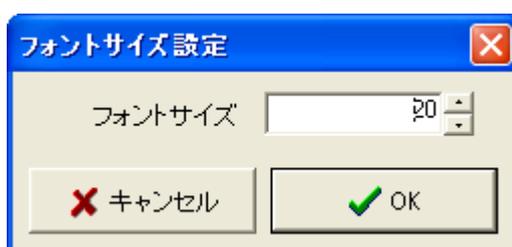


図 15 - 19 フォントサイズの変更ダイアログ

6. テンプレートメニュー

テンプレートメニューには(図 15 - 20) 地図と波形、A3 テンプレートメニューがあり、それぞれ出力したビットマップを合成することができる。

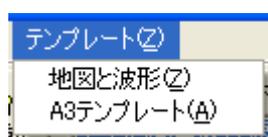


図 15 - 20 テンプレートメニュー

6.1. 地図と波形

地図と波形では(図 15 - 21) 左右にビットマップを配置して、ビットマップを合成することができる。地図ファイル、波形ファイル部分をクリックすることにより、ファイルオープンダイアログが表示されるので、合成したいファイル名を読み込む。ビットマップを読み込むと画面上にはファイル名が表示され(図 15 - 22) OK ボタンを押すことで、ファイルセーブダイアログが表示され、出力したいファイル名を指定し、ファイルを出力する。合成後、出力した画像の例を図 15 - 23 に示す。

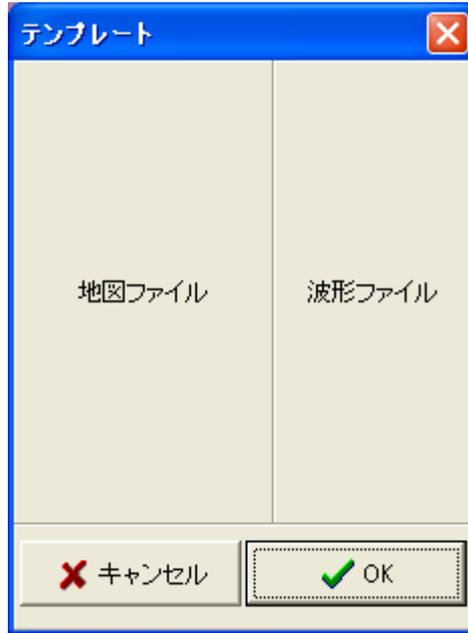


図 15 - 21 地図と波形テンプレート



図 15 - 22 ファイルを読み込後

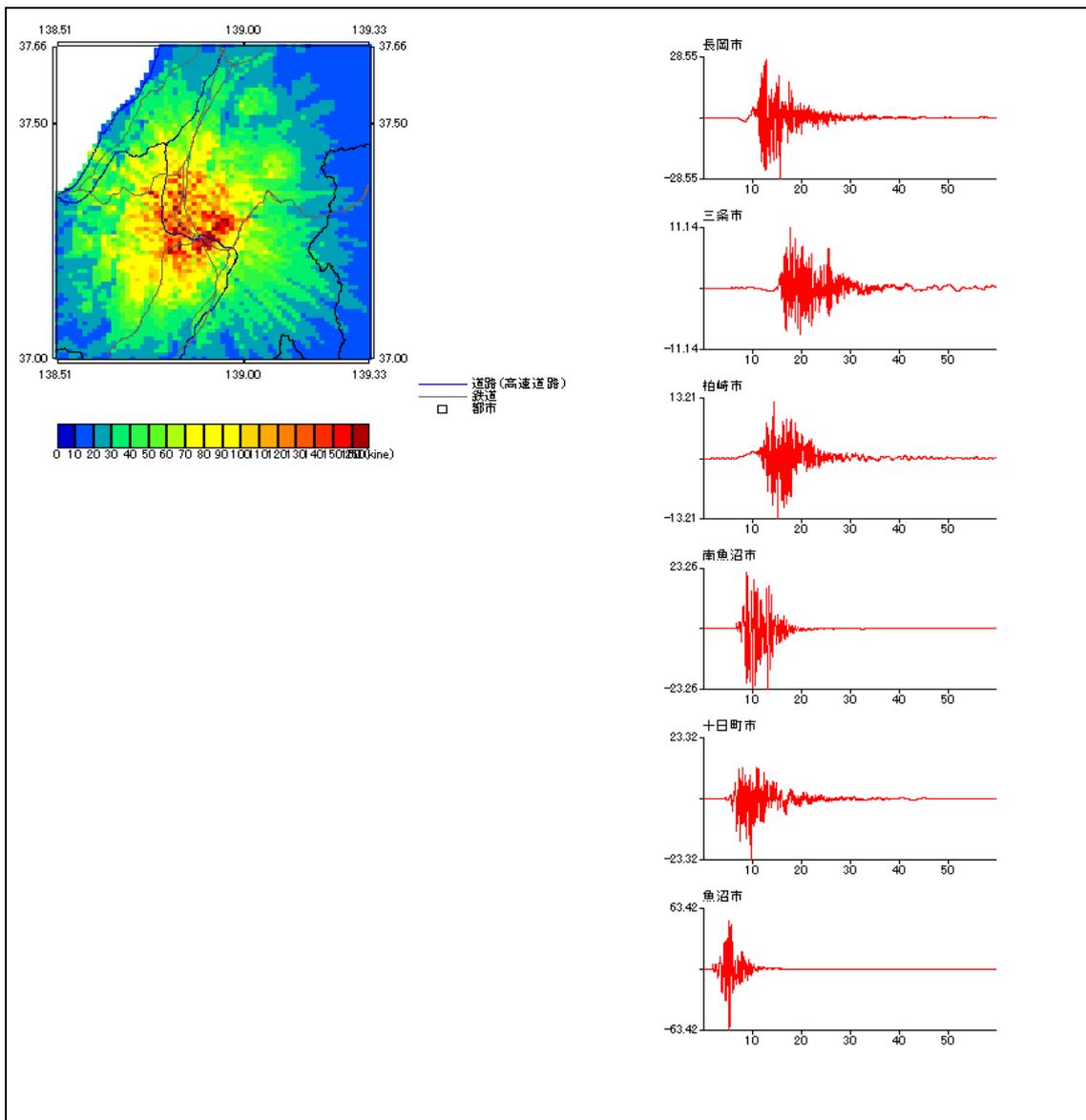


図 15 - 23 合成した画像

6.2. A3 テンプレート

A3 テンプレートでは (図 15 - 24)、出力した各種ビットマップを合成するためのものであり、使用方法は、「地図と波形」と同様であり、数字をクリックして順次ファイル名を指定し、「OK」ボタンを押すことで合成した結果を出力することができる。「ファイルで指定」では、あらかじめ、合成するファイル名をリスト化しておき、1 ファイル名 1 行のテキストファイルを読み込むことで、一度にファイル名の指定を行うことができる。出力方法は、個別にファイルを指定する方法と同様である。



図 15 - 24 A3 テンプレート

5. 距離減衰式による地震動予測ツール操作マニュアル

<目次>

1. 解析の流れ	73
2. 起動画面	74
3. 断層パラメータの読込	77
4. 地図上での確認	79
4.1 描画範囲の設定	79
4.2 表示内容の変更	80
4.3 フォントサイズ設定	81
4.4 シンボルのサイズ	82
4.5 画像のファイル出力	83
5. 解析	84
5.1 $V_s = 600$ (m/s)における最大速度の計算	84
5.2 増幅率の計算	84
5.3 計測震度の算出	84
5.4 異常震域に対する距離減衰式の補正	85
5.5 条件付き確率の計算	86
6. 解析結果の表示	89
6.1 地盤増幅率	89
6.2 震度表示	91
6.3 地表最大速度	92
6.4 工学的基盤最大速度	92
6.5 条件付き確率	93
6.6 暴露人口・暴露人口期待値	93
7. J-SHIS ファイルの出力	96
8. J-SHIS 結果ファイルの読込	97
9. 設定ファイルの保存	99
9.1 増幅率ファイルの設定	99
9.2 凡例色の設定	100
9.3 観測点ファイルの設定	101
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	102
10. 断層面形状の作成(複数断層面の作成ロジック)	104
10.1 主断層面の下に副断層下端線がある場合	104
10.2 三角形の断層面を作成する際の断層上端の処理	105
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	106

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	107
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	108
11.	断層最短距離の計算方法	109
11.1	三角形の形状	109
11.2	四角形(同一平面上)	110
11.3	ねじれの位置	110
12.	断層の主副(主断層・副断層)関係の定義と設定について	111
13.	ファイルフォーマットについて	116
13.1	入力フォーマット	116
13.1.1	断層モデルパラメータファイル(矩形断層)	116
13.1.2	断層モデルパラメータファイル(非矩形断層)	117
13.1.3	地盤増幅率ファイル(J-SHIS 形式:Z_AMP-****.csv)	118
13.2	入出力フォーマット	121
13.2.1	MAP ファイル(J-SHIS 形式:S_KLIST_MAP-****.csv) の規約について	121
13.2.2	FAULT ファイル(J-SHIS 形式:S_KLIST_FAULT****.csv)の規約について ..	125
13.3	カラーパレットファイル(GMT 形式)	129
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	129
13.3.2	その他のカラーパレットファイルフォーマット	130
13.4	観測点ファイル(任意形式)	131

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。

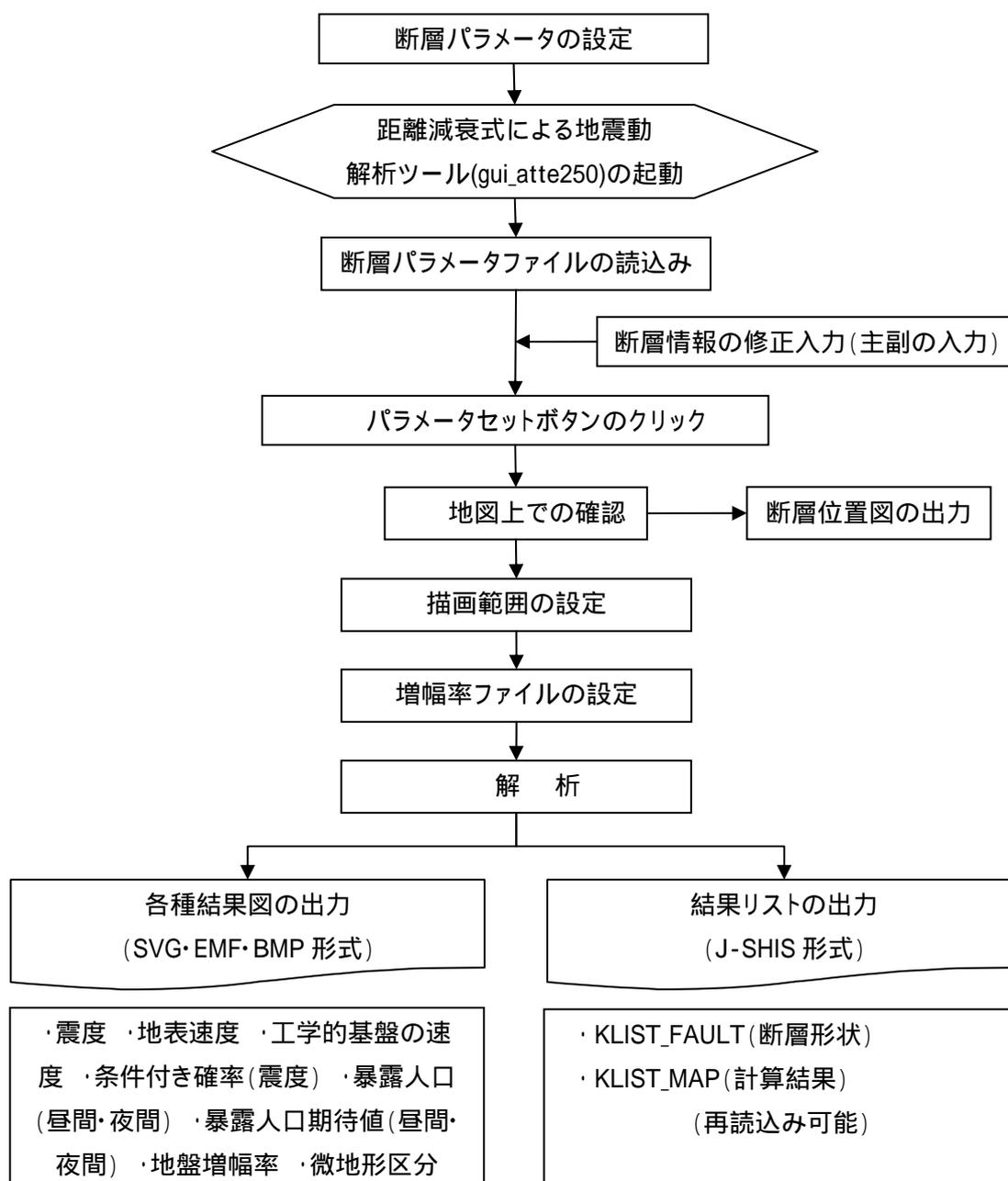


図1-1 解析のフロー

2. 起動画面

起動時には、「gui_atte250.INI」に記述された情報を読み、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。

なお、Windows7 64bit 版にインストールした場合は、「C:¥Program Files」が「C:¥Program Files (x86)」となる。

[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

[AmpFiles1000]

AmpVer=2

FileOrFolder=0

AmpFile=C:¥Program Files¥f_tool¥gui_att¥Z_JAPAN-AMP-VS400.csv

[AmpFiles250]

AmpVer=2

FileOrFolder=1

AmpFile=C:¥Program Files¥f_tool¥gui_att¥Z-V2-JAPAN-AMP-VS400_M250

[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=TEMP1
FaultNumber=00000
FaultMw=-6.8
CaseName=CASE01
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

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

	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(6L-km)	断層長さ (km)	断層幅 (km)	strike角 (°)	dip角 (°)	主
1	138.4317	35.5517	3	32	18.7	62	30	0

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の 2 種類を読み込み表示する。パラメータのフォーマットについては、13.1.1 断層モデルパラメータファイル（矩形断層）および、13.1.2 断層モデルパラメータファイル（非矩形断層）を参照のこと。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。「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

	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	138.4917	35.5517	3	32	18.7	62	30	0

図 3 - 1 矩形パラメータ読込画面

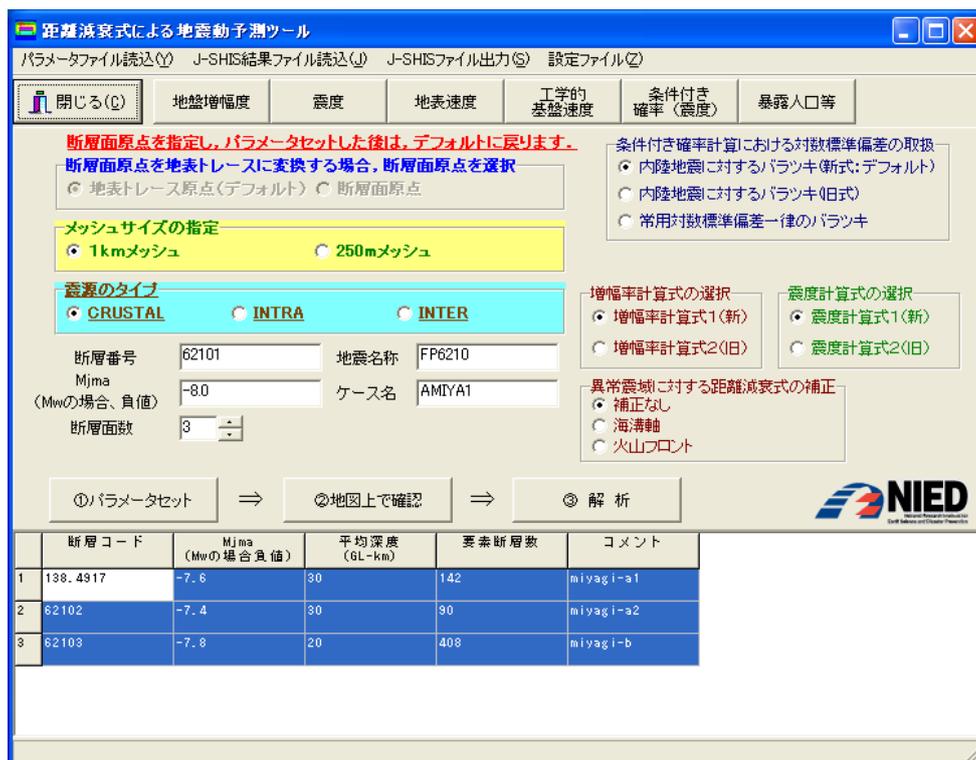


図 3 - 2 非矩形パラメータ読込画面

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。

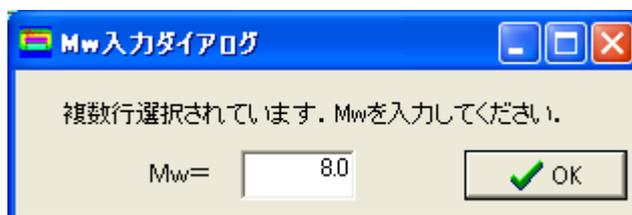


図 3 - 3 Mw入力ダイアログ

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「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。

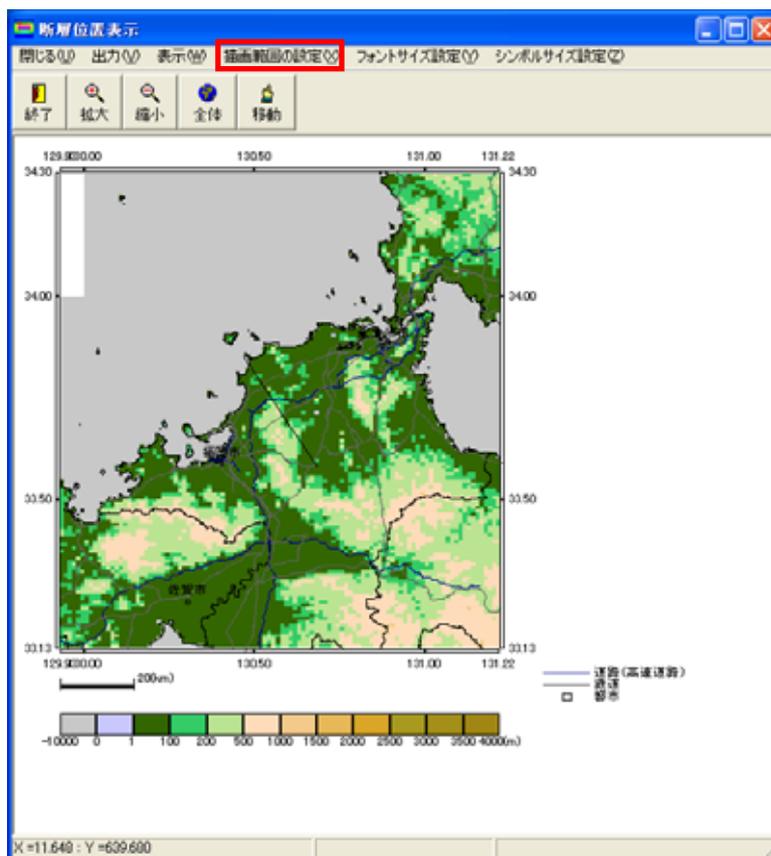


図 4 - 1 地図上で確認

The dialog box '描画範囲の設定' (Set Drawing Area) has two radio buttons under '描画範囲の設定方法' (Drawing Area Setting Method): '距離で設定' (Set by Distance) and '緯度経度で設定' (Set by Latitude/Longitude). The '距離で設定' option is selected. Below it, the '距離で設定' (Set by Distance) section has a text input field for '距離' (Distance) with the value '50' and the unit '(km)'. There are 'OK' and 'キャンセル' (Cancel) buttons.

図 4 - 2 距離で指定

The dialog box '描画範囲の設定' (Set Drawing Area) has two radio buttons under '描画範囲の設定方法' (Drawing Area Setting Method): '距離で設定' (Set by Distance) and '緯度経度で設定' (Set by Latitude/Longitude). The '緯度経度で設定' option is selected. Below it, the '緯度経度で設定' (Set by Latitude/Longitude) section has two columns of input fields. The left column is for '南西端緯度経度設定' (Southwest Corner Latitude/Longitude Setting) with '緯度' (Latitude) set to '33.1298879855541' and '経度' (Longitude) set to '129.92835161537'. The right column is for '北東端緯度経度設定' (Northeast Corner Latitude/Longitude Setting) with '緯度' (Latitude) set to '34.3039510208965' and '経度' (Longitude) set to '131.221449074901'. There are 'OK' and 'キャンセル' (Cancel) buttons.

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」、「断面面の表示」、「断面トレース」、「主要道路」、「鉄道」、「市町村境界」、「都市名の表示」、「凡例」である。

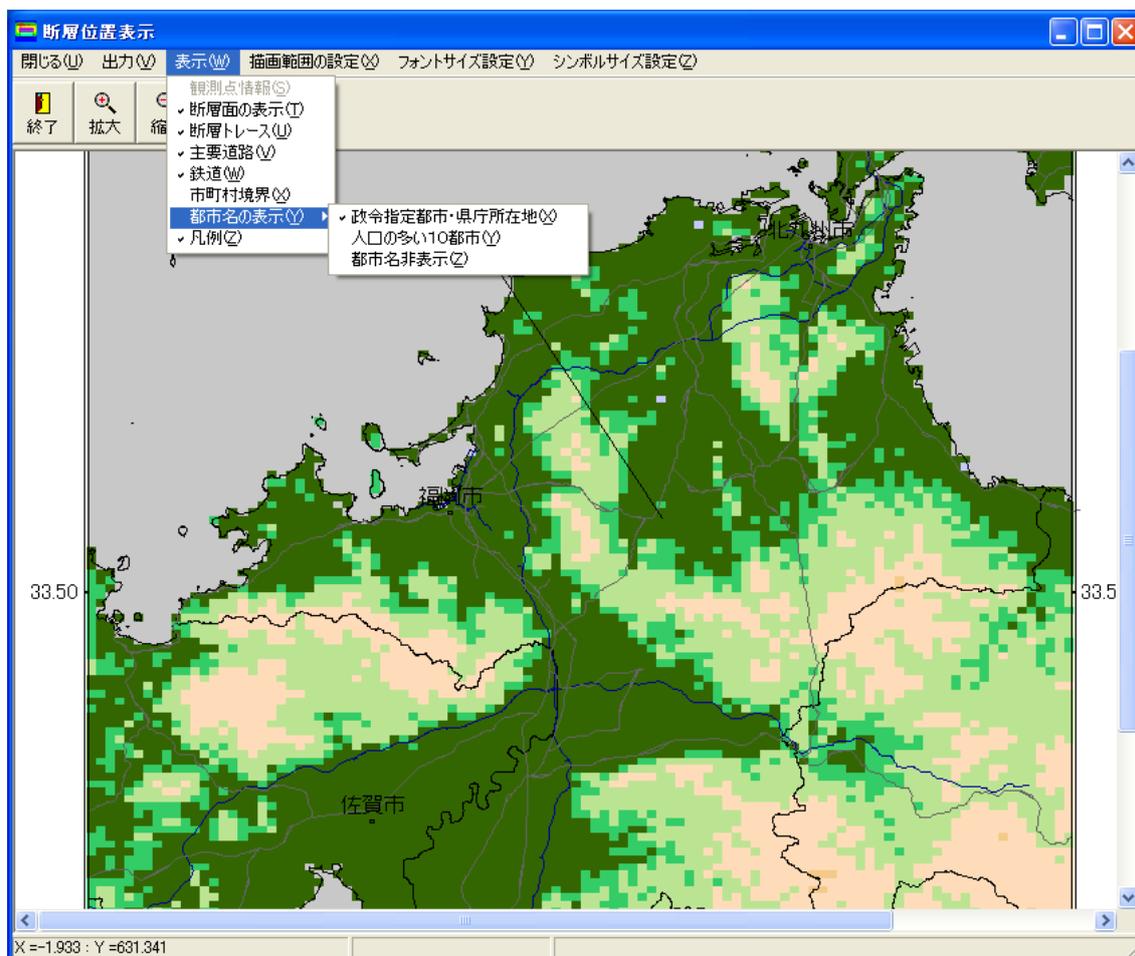


図 4 - 4 表示内容の変更

非矩形断面を読み込んだ場合は、「断面面の表示」、「断面トレース」が非表示となり、「断面の表示」メニューが表示される。

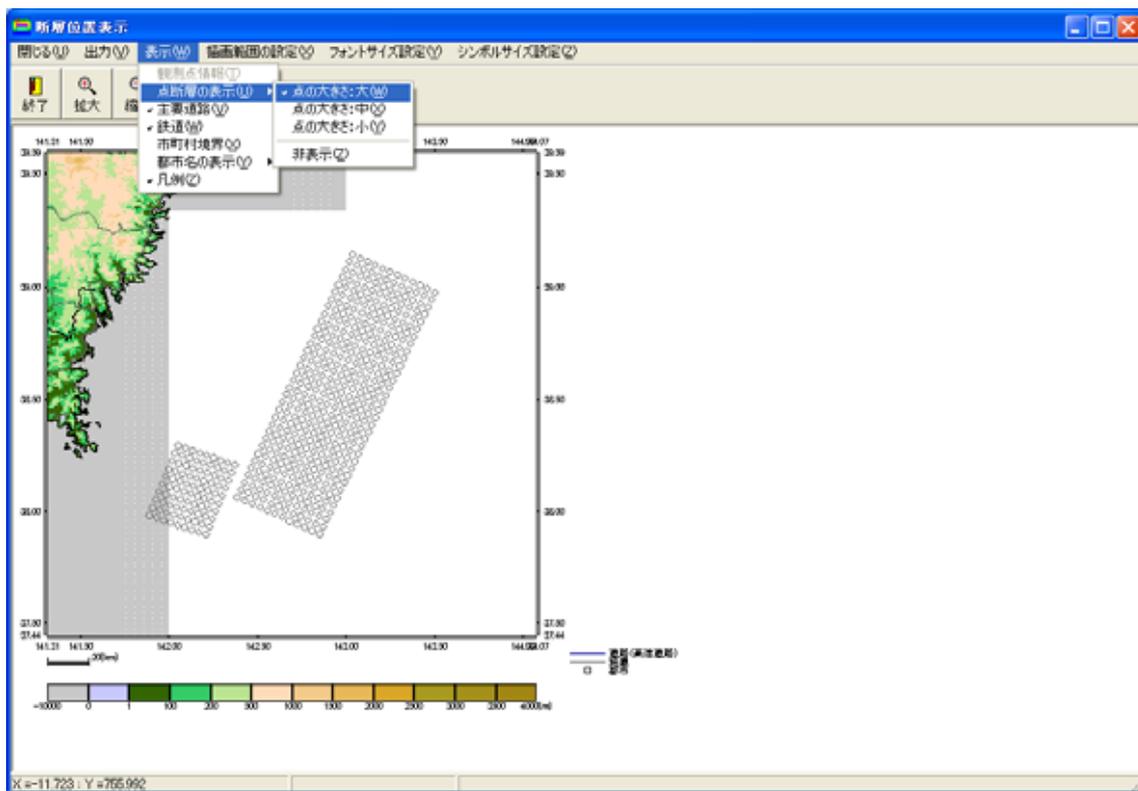


図 4 - 5 表示内容の変更（点震源の表示の大きさ変更）

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。

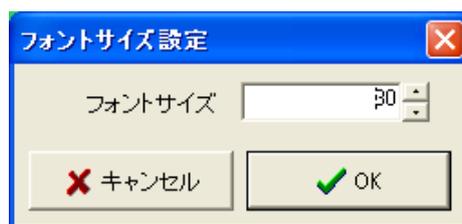


図 4 - 6 フォントサイズ設定ダイアログ

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

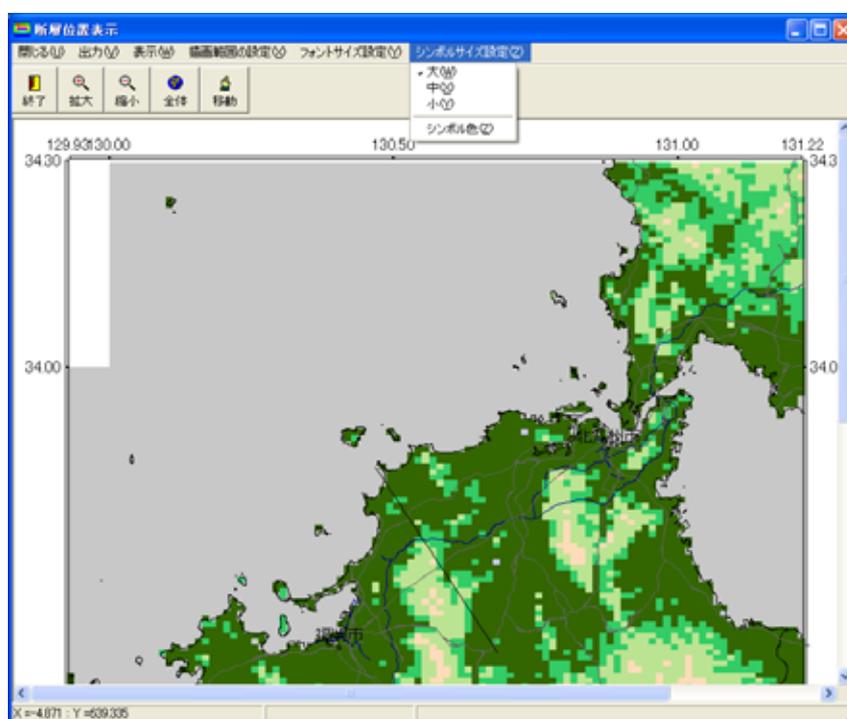


図 4 - 8 シンボルのサイズ、色設定メニュー

4.5 画像のファイル出力

描画画像のファイルへの出力は、「出力」メニューから、出力ファイル形式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。出力ファイル形式は、SVG形式、EMF形式、BMP形式（画像出力）のうち何れかを選択できる。

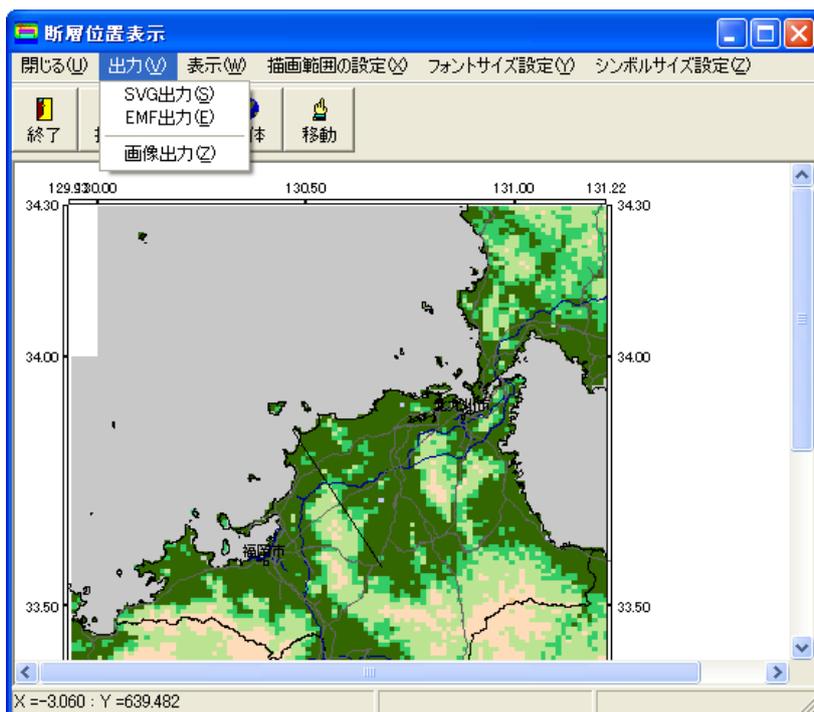


図 4 - 9 出力メニュー

5. 解析

距離減衰式による解析は、「 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 異常震域に対する距離減衰式の補正

異常震域に対する距離減衰式への補正は、以下の式を用いる。

【海溝軸】

森川・他(2003)の式より、

$$\log V_1 = (-4.021 \times 10^{-5} \times X_{tr} + 9.905 \times 10^{-3}) \times (H - 30)$$

$$V_2 = \max \left\{ 1.0, (R/300)^{2.064} \times 10^{-0.012} \right\}$$

ただし、 X_{tr} は海溝軸から観測点までの距離(km)、 R は震源距離(km)、 H は震源深さ(km)である。このとき、 X_{tr} を求めるための海溝軸は、表 5-1 に示す 11 地点を直線で結んだ線である。補正係数 V_1 は、震源深さが 30km より深い地震に対してのみ適用される。補正は、翠川・他(1999)の距離減衰式により求められる最大速度の値に、 V_1 と V_2 を乗じて行う。

表 5 - 1 海溝軸の基準点

緯度[° N]	45.50	42.00	41.00	40.10	39.20	37.70
経度[° E]	153.00	146.80	144.65	144.30	144.20	143.80
緯度[° N]	36.55	35.80	33.80	29.00	24.00	
経度[° E]	143.25	142.40	141.90	143.00	143.50	

【火山フロント】

森川・他(2006)の式より、

$$\log V_1' = \begin{cases} 4.28 \times 10^{-5} \times X_{vf} \times (H - 30) & (X_{vf} \leq 75\text{km}) \\ 3.21 \times 10^{-3} \times (H - 30) & (X_{vf} > 75\text{km}) \end{cases}$$

ただし、 X_{vf} は火山フロントから観測点までの距離(km)であり、火山フロントよりも太平洋側で正、背弧側で負の値をとる。 X_{vf} を求めるための火山フロントは、表 5-2 に示す 19 地点を直線で結んだ線である。

表 5 - 2 火山フロントの基準点

緯度[° N]	45.90	44.30	43.60	42.60	39.30	37.20	36.10
経度[° E]	150.00	146.90	145.00	141.20	141.00	140.10	138.70
緯度[° N]	34.10	31.00	36.20	35.30	35.30	34.90	33.40
経度[° E]	139.70	139.90	136.90	134.90	133.70	132.00	131.60
緯度[° N]	31.50	29.50	27.90	24.50	24.50		
経度[° E]	130.80	129.70	128.30	124.00	122.00		

5.5 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。

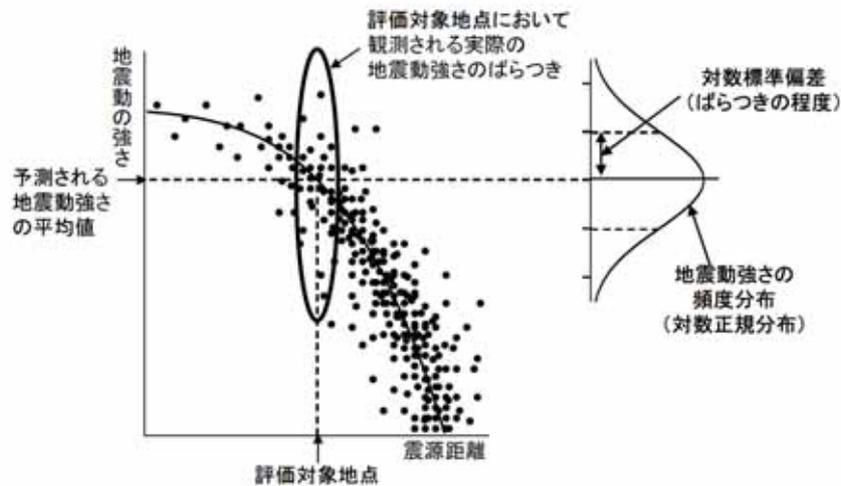


図 5 - 1 距離減衰式で予測される地震動強さの平均値とそのバラツキ

(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。

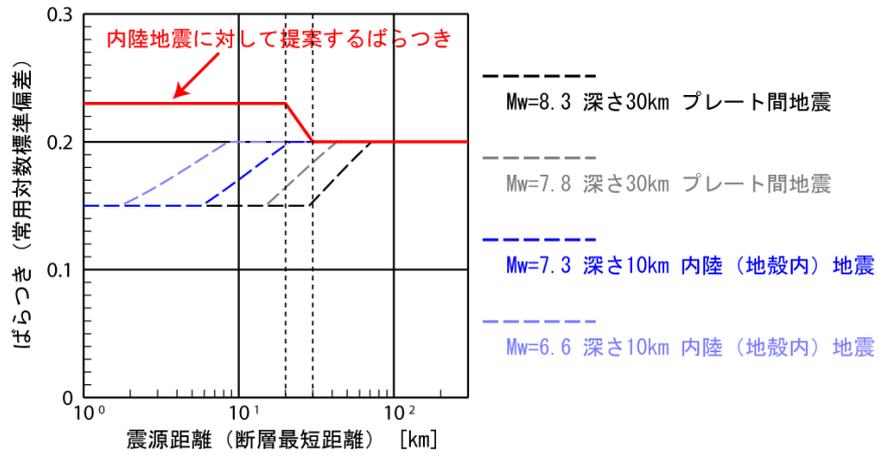


図 5 - 2 内陸地殻内地震による地震動強さに対するのばらつき（新式）

(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。

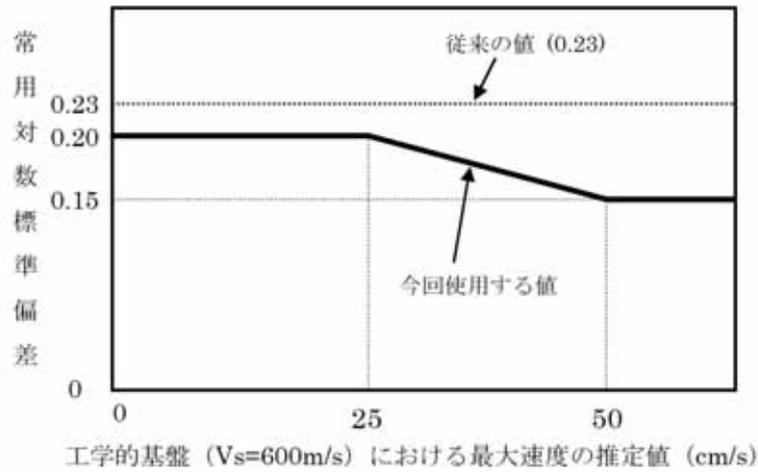


図 5 - 3 内陸地殻内地震による地震動強さに対するのバラツキ（旧式）

(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与える方法である。

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(Y) J-SHIS結果ファイル読込(Q) J-SHISファイル出力(S) 設定ファイル(Z)

閉じる(O) 地盤増幅度 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

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変換する場合、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: 909101 地震名称: F9101
 Mjma: -6.8 ケース名: CASE1
 断層面数: 1

条件付き確率計算における対数標準偏差の取扱
 内陸地震に対するパラッキ(新式:デフォルト)
 内陸地震に対するパラッキ(旧式)
 常用対数標準偏差一律のパラッキ

増幅率計算式の選択
 増幅率計算式1(新)
 増幅率計算式2(旧)

震度計算式の選択
 震度計算式1(新)
 震度計算式2(旧)

異常震域に対する距離減衰式の補正
 補正なし
 海溝軸
 火山フロント

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	130.68146	33.58114	2	36	16	326.7	90	1

NIED
 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

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。

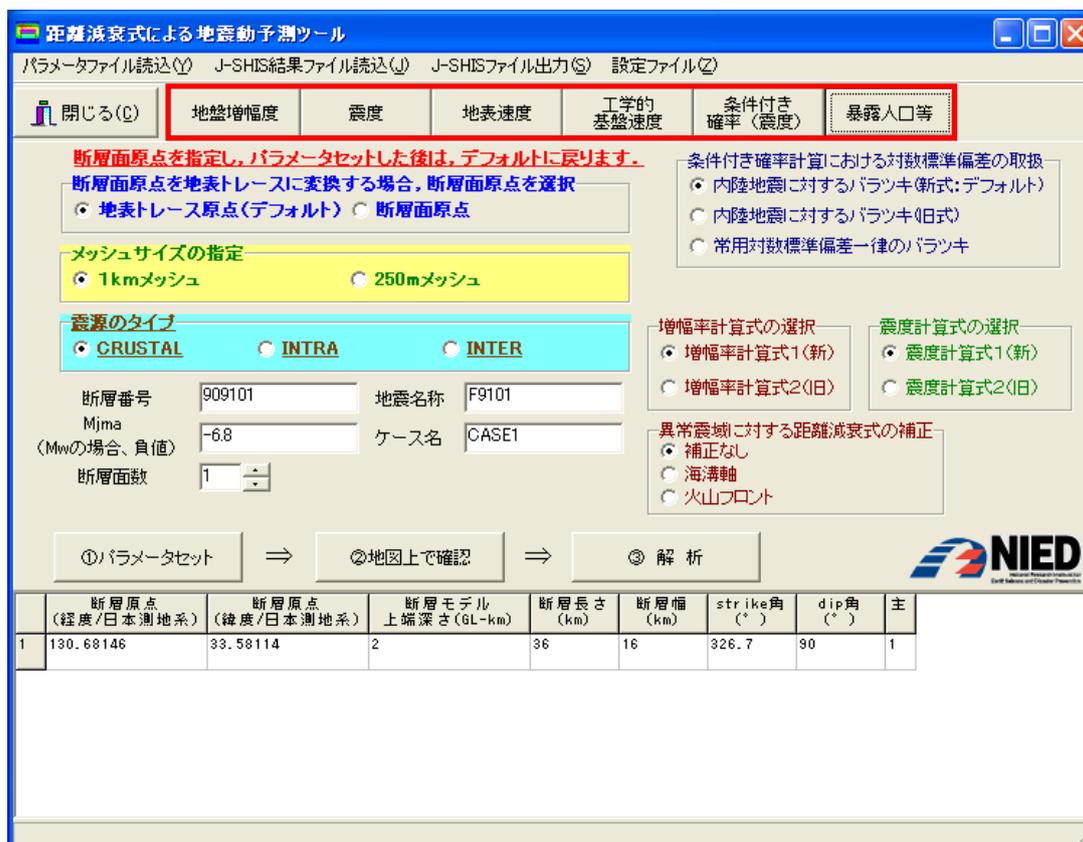


図 6 - 1 解析結果の表示

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機能を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。

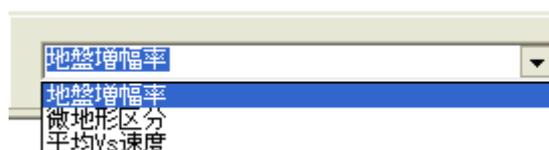


図 6 - 2 表示切り替えメニュー

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。

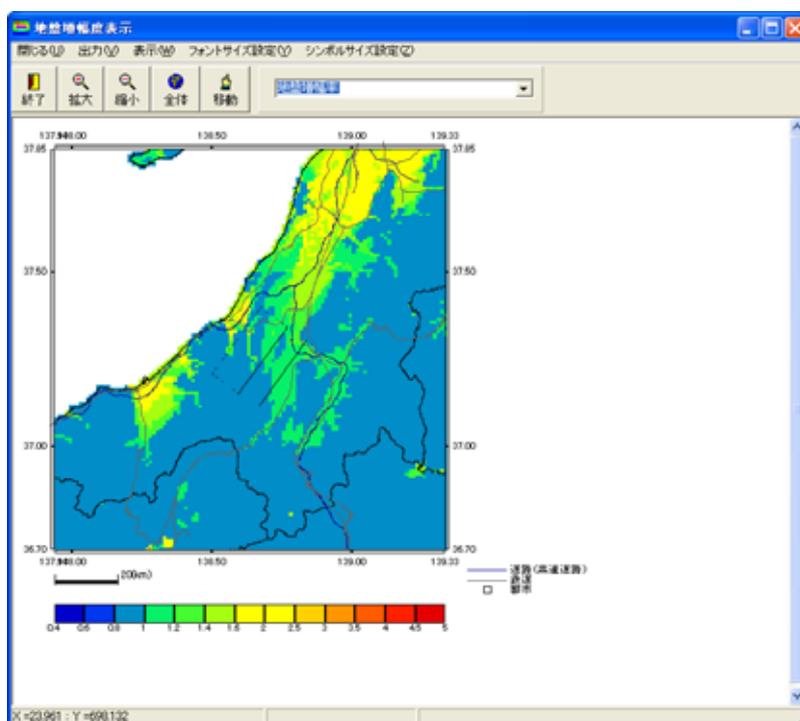


図 6 - 3 増幅率図表示

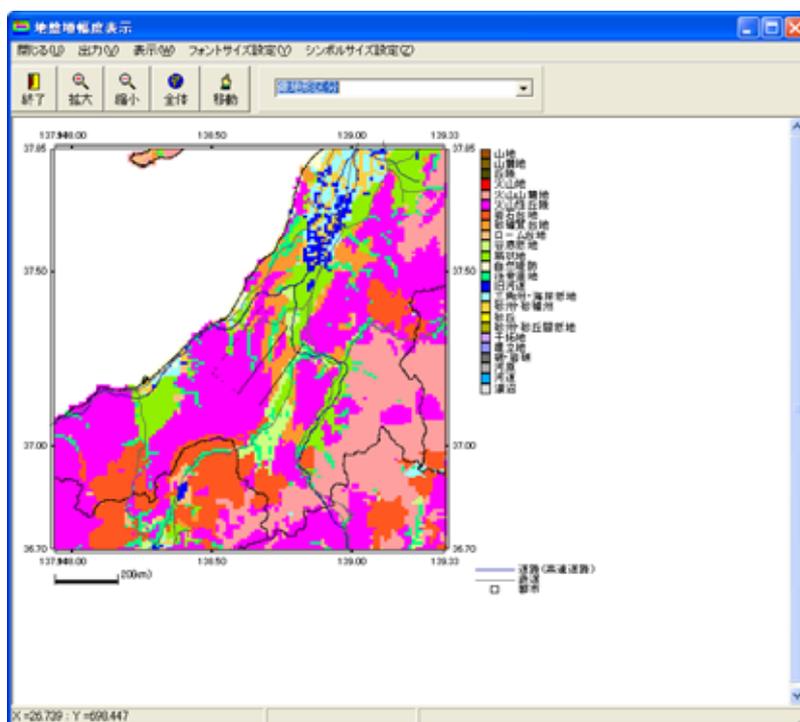


図 6 - 4 微地形区分図表示

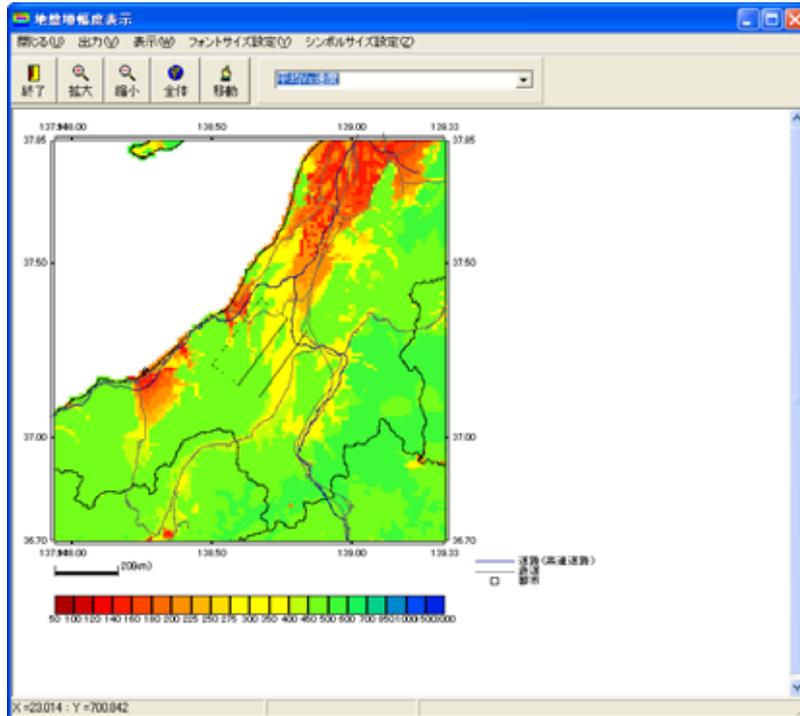


図 6 - 5 平均 S 波速度分布図

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。

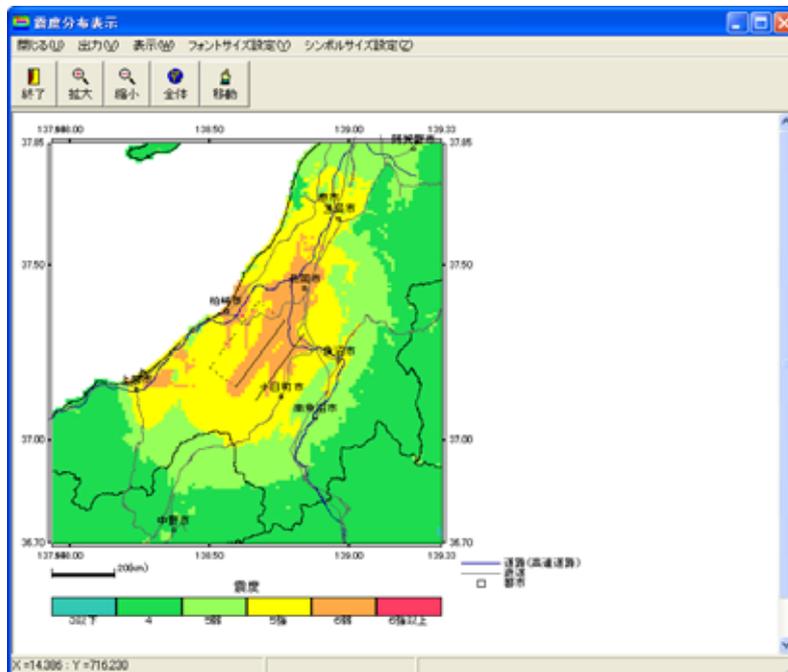


図 6 - 6 震度分布図

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。

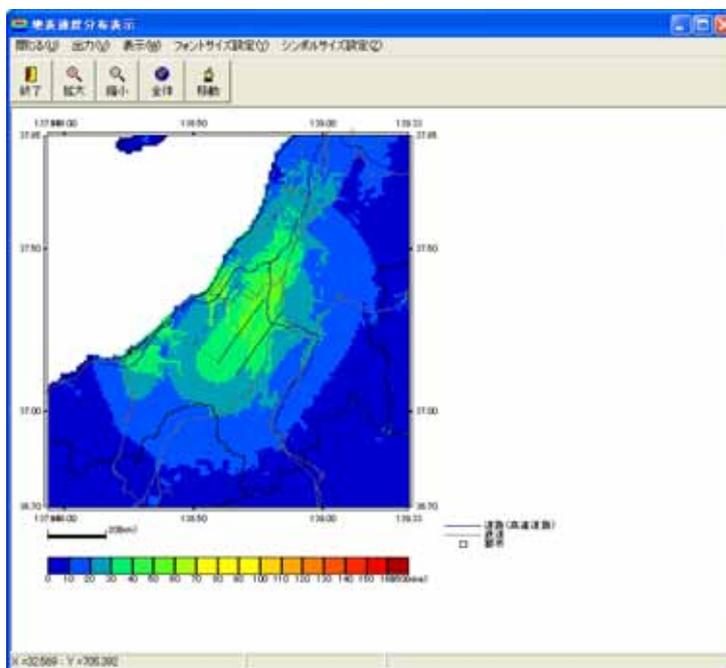


図 6 - 7 地表最大速度分布図

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。

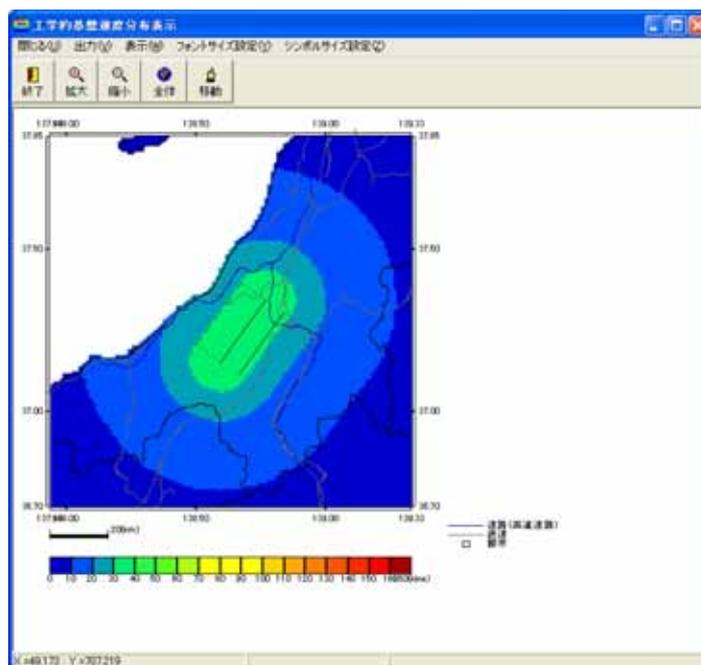


図 6 - 8 工学的基盤最大速度分布図

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。

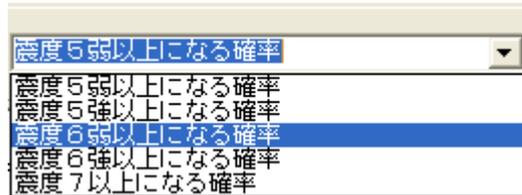


図 6 - 9 条件付き確率の選択

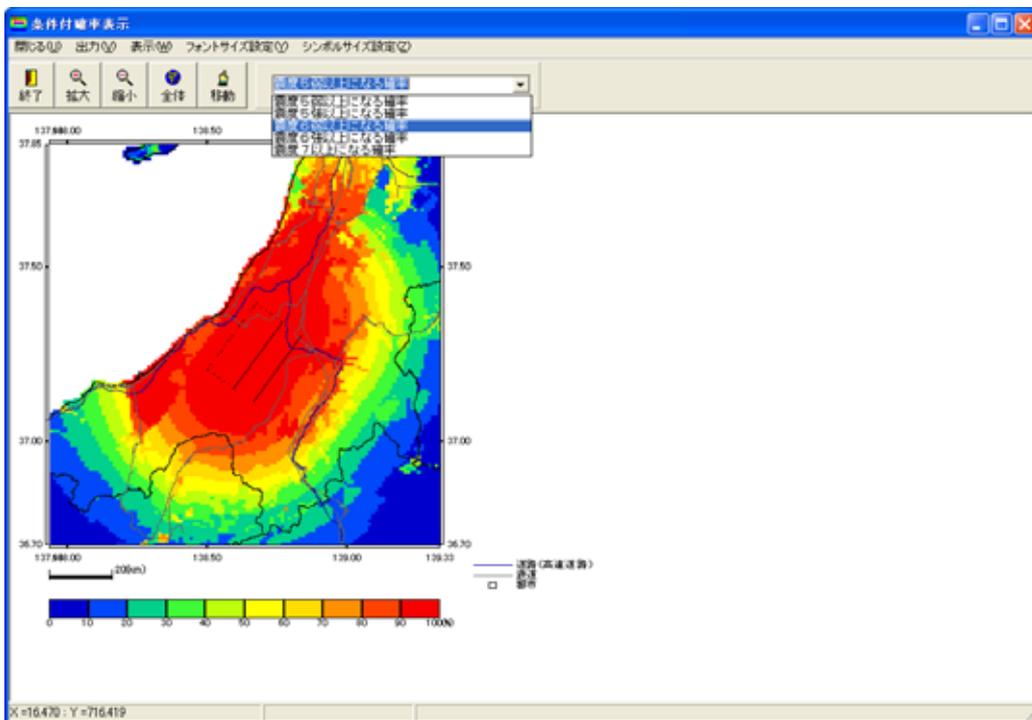


図 6 - 10 条件付き確率の表示

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。また、「暴露人口の表示」画面にあるラジオボタンより、昼間人口と夜間人口の切り替えができる。表示できる内容は、昼間・夜間人口分布、昼間・夜間暴露人口（震度 5 弱～震度 7：5 段階）、昼間・夜間暴露人口期待値（震度 5 弱～震度 7：5 段階）の計 22 種類である。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 17 年度国勢調査の地域メッシュデータ²⁹⁾（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>）

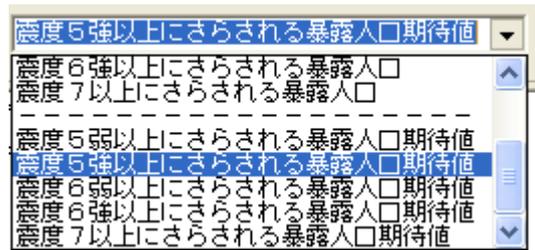


図 6 - 11 暴露人口・暴露人口期待値の選択



図 6 - 12 昼間人口・夜間人口の選択

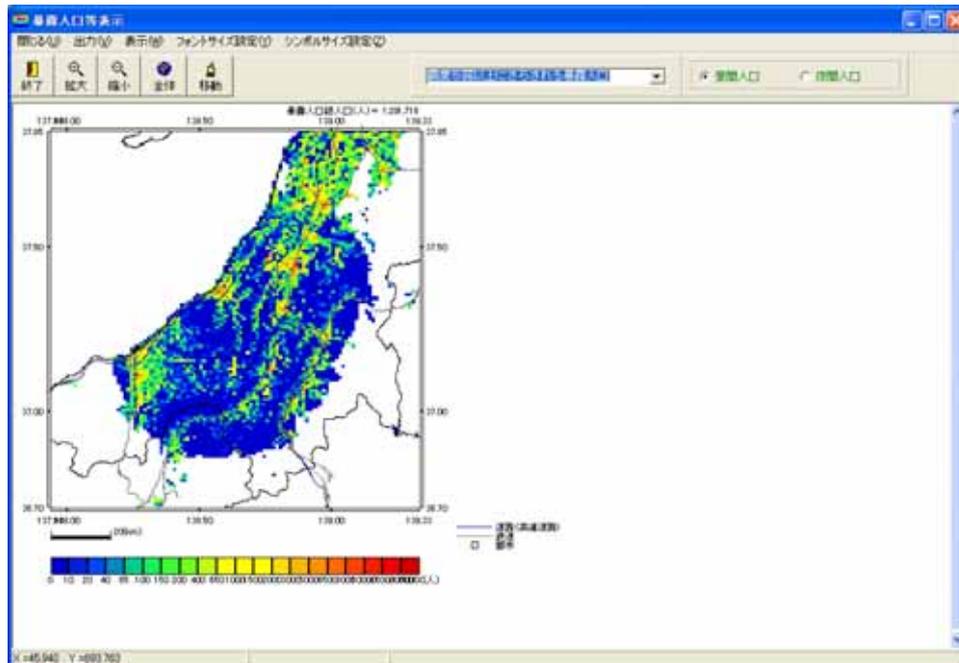


図 6 - 13 暴露人口の表示

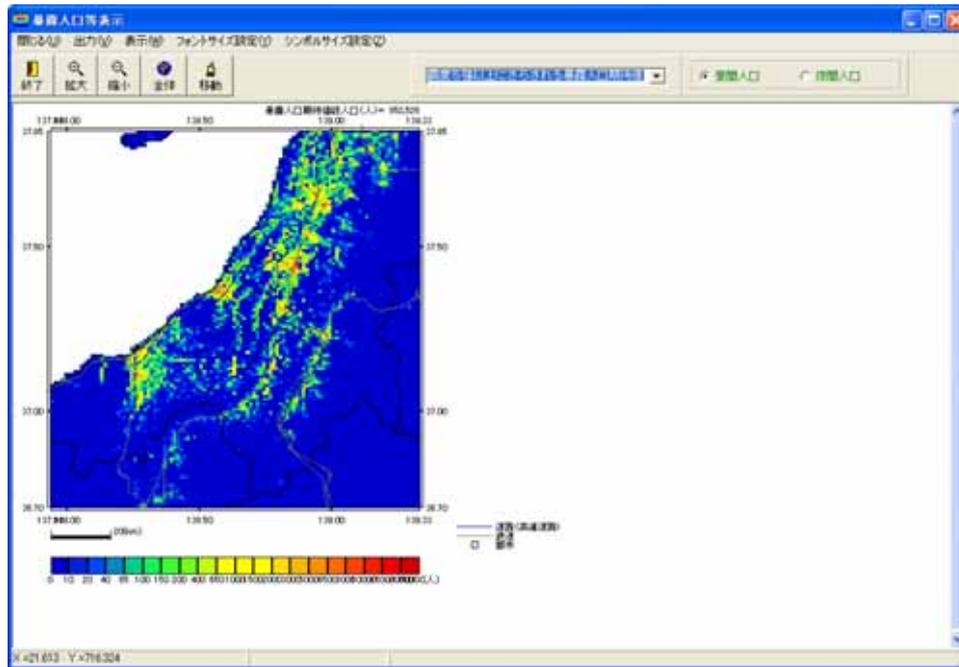


図 6 - 14 暴露人口期待値の表示

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。

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(Y) J-SHIS結果ファイル読込(Q) **J-SHISファイル出力(S)** 設定ファイル(Z)

閉じる(C) 地盤増幅度 震度 **KLIST_FAULT** **KLIST_MAP** 工学的基盤速度 条件付き確率(震度) 暴露人口等

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変換する場合、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: 909101 地震名称: F9101
 Mjma: -6.8 ケース名: CASE1
 (Mwの場合、負値)
 断層面数: 1

条件付き確率計算における対数標準偏差の取扱
 内陸地震に対するパラツキ(新式:デフォルト)
 内陸地震に対するパラツキ(旧式)
 常用対数標準偏差一律のパラツキ

増幅率計算式の選択
 増幅率計算式1(新)
 増幅率計算式2(旧)

震度計算式の選択
 震度計算式1(新)
 震度計算式2(旧)

異常震域に対する距離減衰式の補正
 補正なし
 海溝軸
 火山フロント

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	130.68146	33.58114	2	36	16	326.7	90	1

NIED
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

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。

	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	130.68146	33.58114	2	36	16	326.7	90	1

図 8 - 1 J-SHIS ファイルの読込

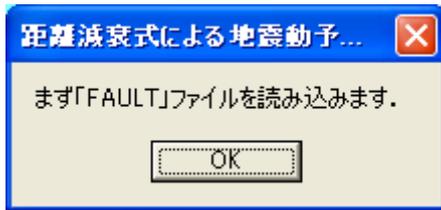


図 8 - 2 「FAULT」ファイル読込



図 8 - 3 「MAP」ファイル読込

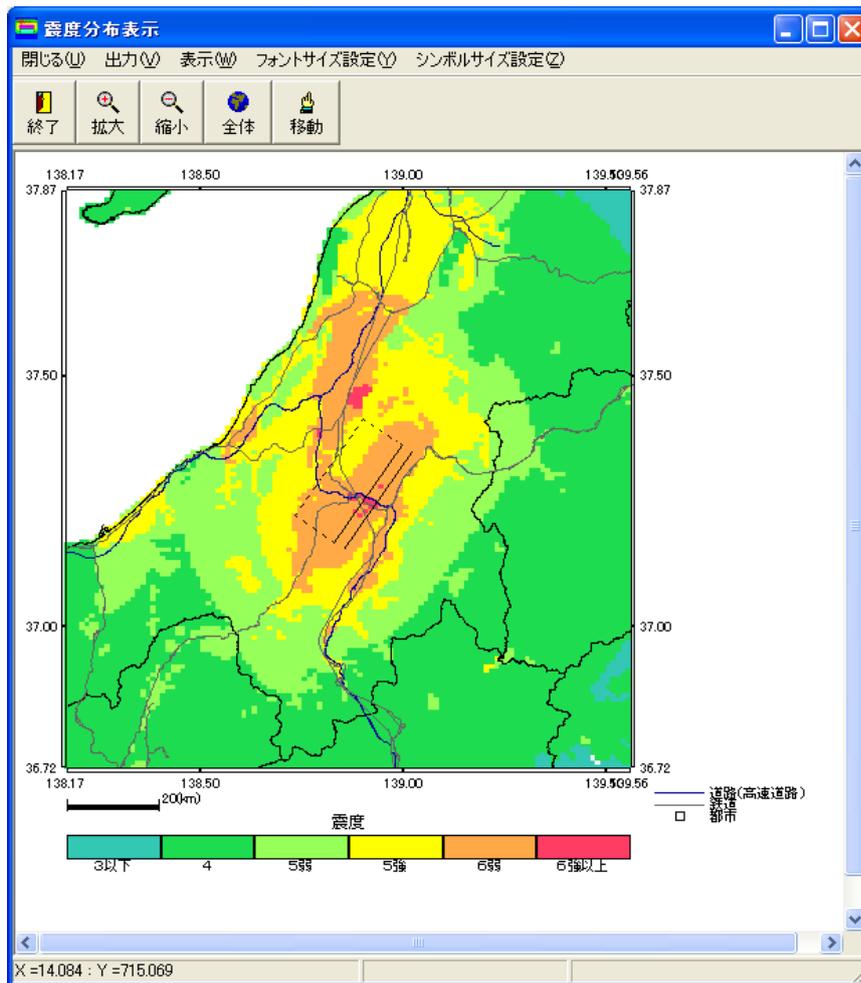


図 8 - 4 ファイル読込後、「震度」を表示した時の状態

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。

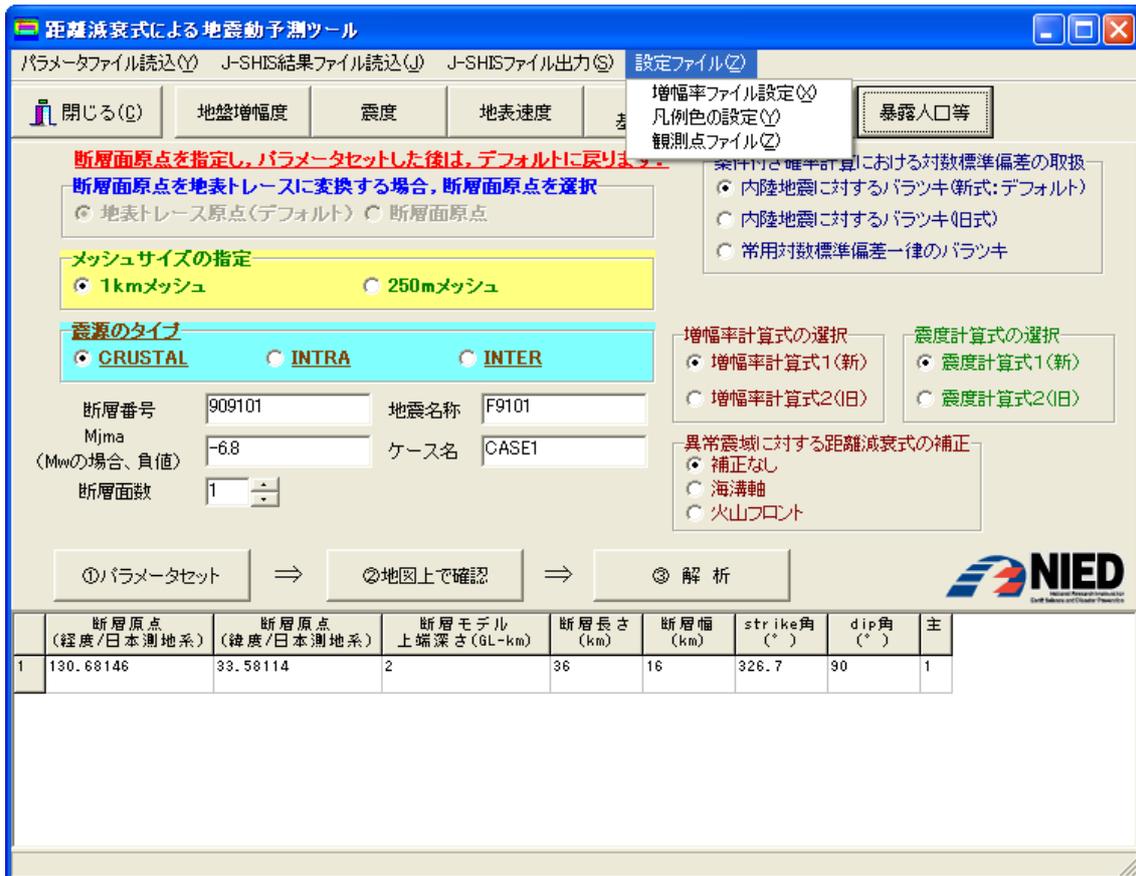


図 9 - 1 設定ファイルメニュー

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、インストール時は、増幅率ファイルもインストールされ、デフォルトとして適切な増幅率ファイルが設定されるため、ツールのインストール後、特に増幅率ファイルを指定する必要はない。また、増幅率ファイルは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。

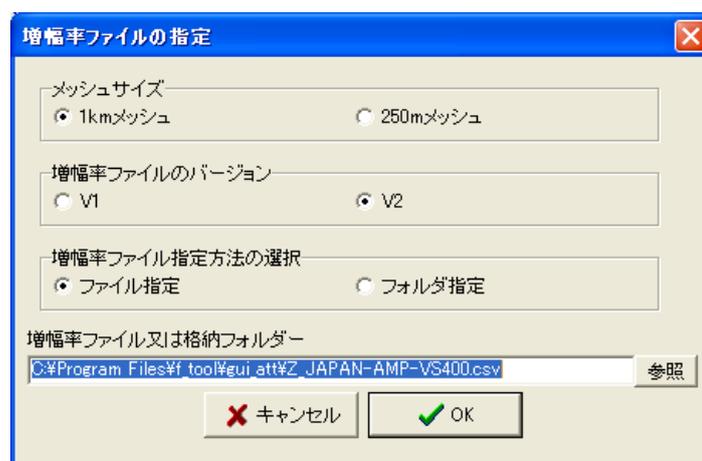


図 9 - 2 増幅率ファイルの指定

増幅率ファイルは、1行12個、または9個のデータ（旧 J-SHIS 形式：V1）のものと1行4個のデータ（新 J-SHIS 形式：V2）のものがあり、ファイル名の命名規則が異なる。1行のデータ数が12個、9個、4個の場合は増幅率ファイルとして認識し、データ数に応じて増幅率が記載された箇所を読み込むが、「増幅率ファイルのバージョン」V1、V2は適切に指定されている必要がある。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。

なお、Windows7 64bit 版にインストールした場合は、「C:\Program Files」が「C:\Program Files (x86)」となる。

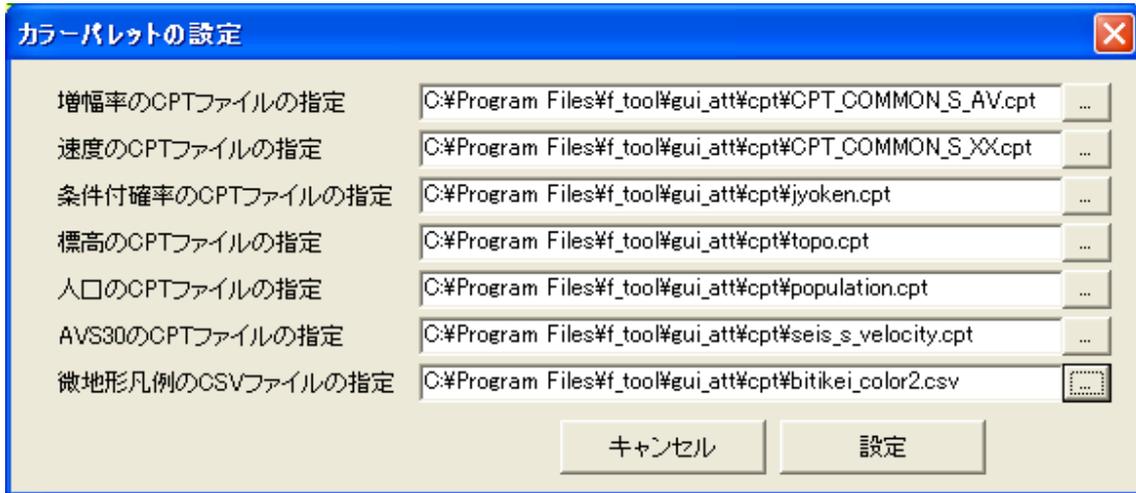


図 9 - 3 色指定ファイル

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 : x 1 : 2 : 3 : 4 : 5 :

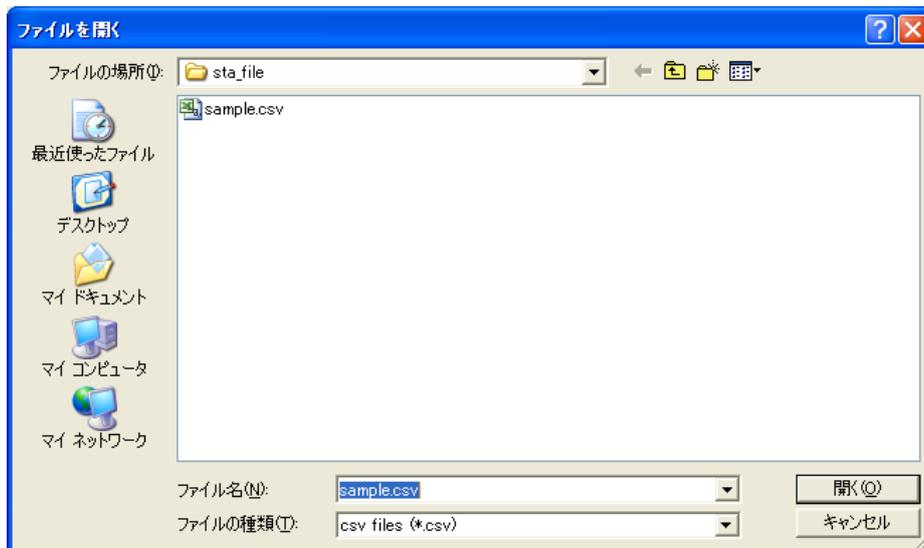


図 9 - 4 観測点ファイルの指定

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。

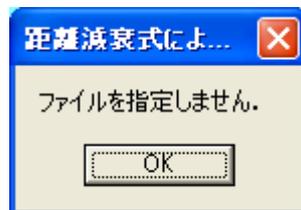


図 9 - 5 観測点ファイル指定キャンセル

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。

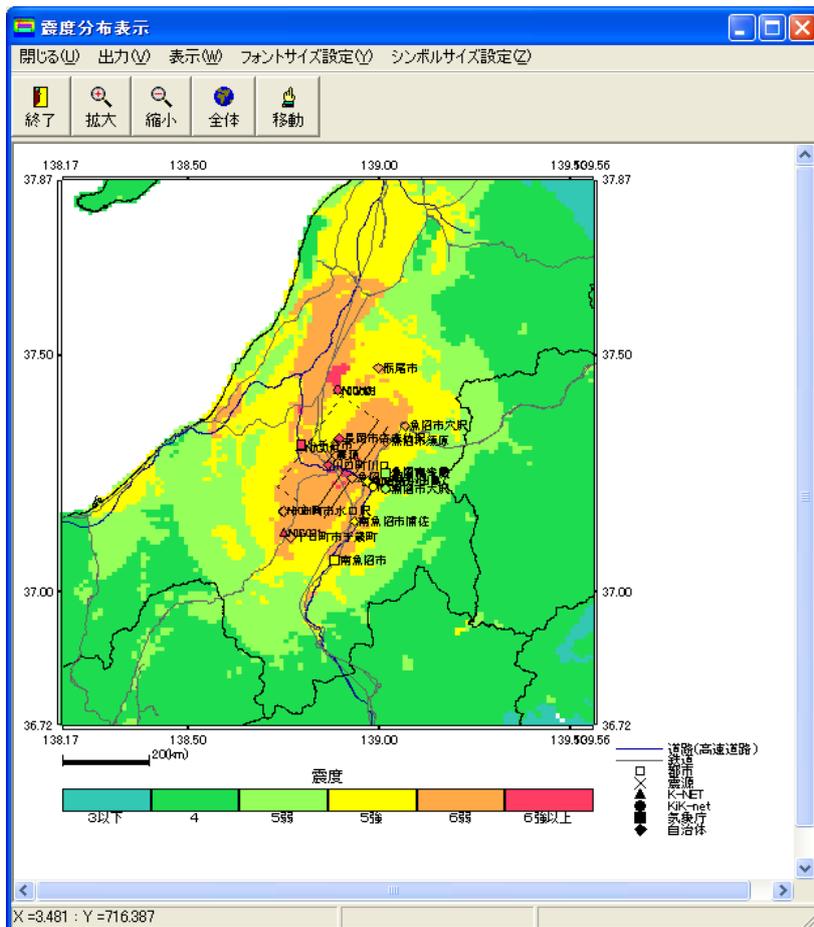


図 9 - 6 地震観測結果と距離減衰式による地表震度の比較

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面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

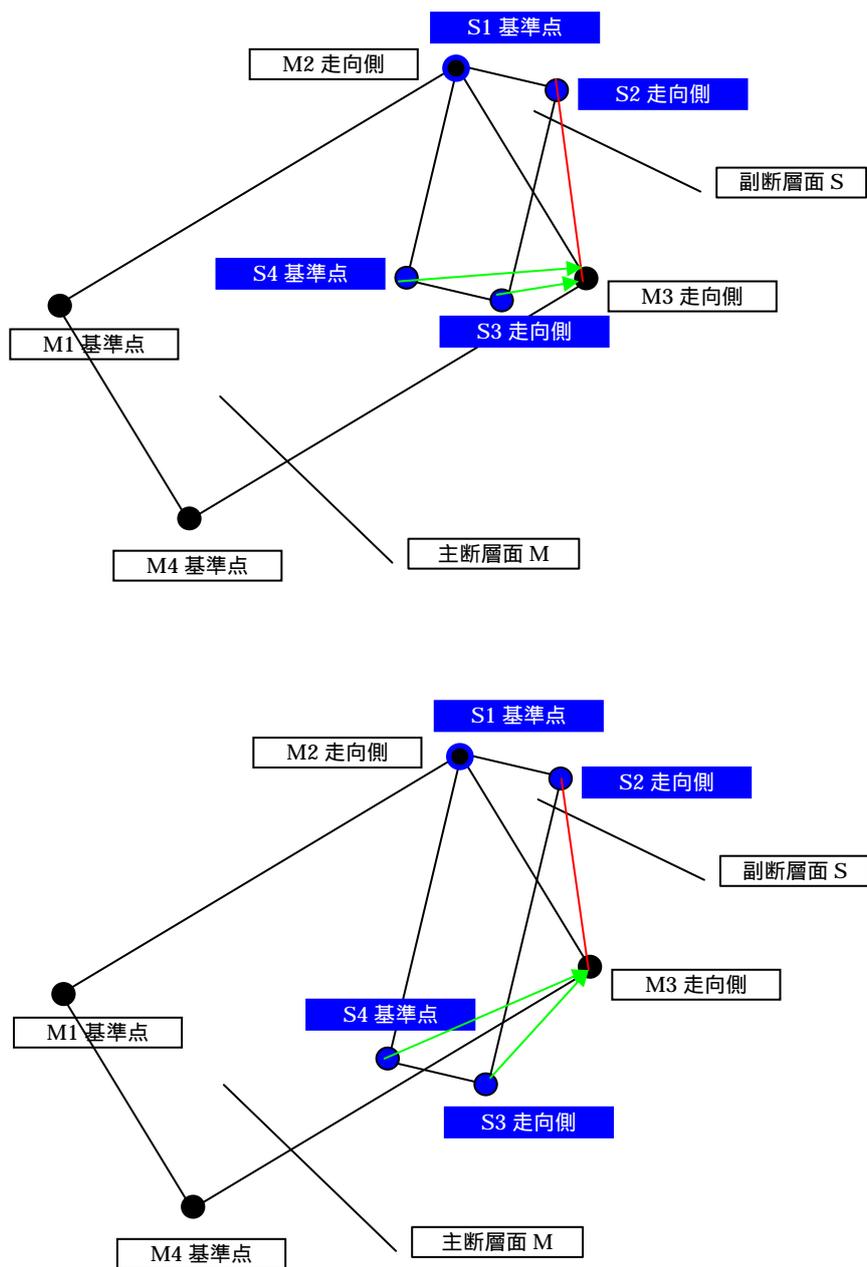


図 10 - 1 主断層面の下に副断層下端線がある場合の説明図

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。

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。

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。

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。

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

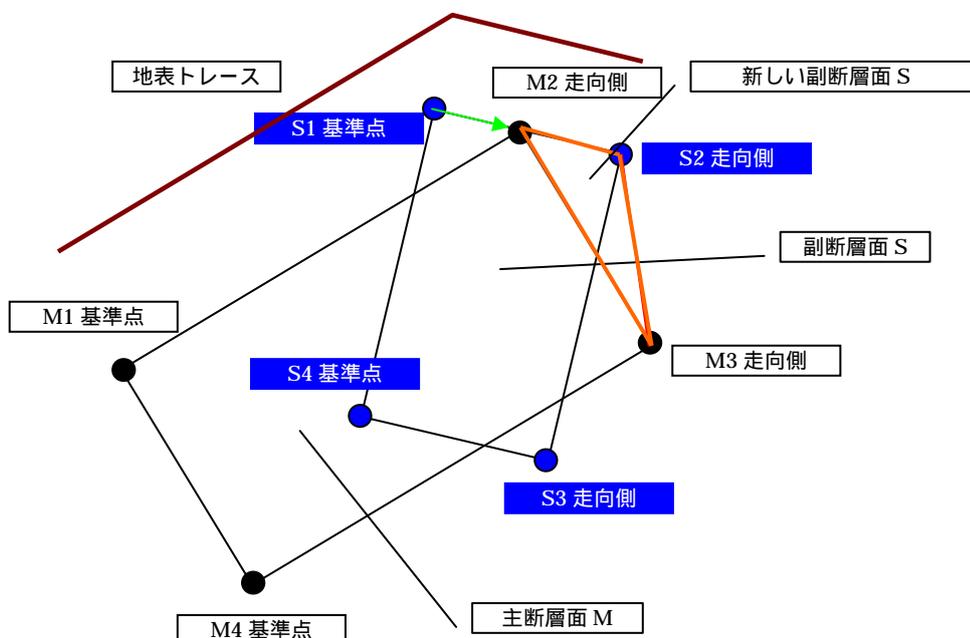


図 10 - 2 三角形の断層面を作成する際の断層上端の処理についての説明図

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。

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。

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。

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。

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

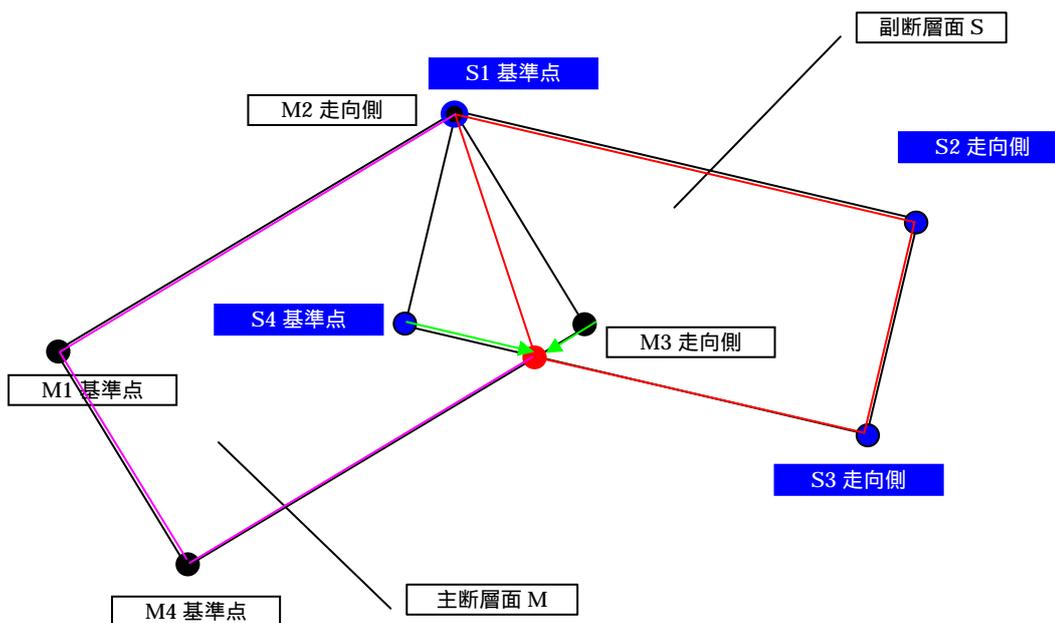


図 10 - 3 主断層下端線と副断層下端線が交差し、Dip が等しい場合の説明図

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。

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。

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。

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。

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。

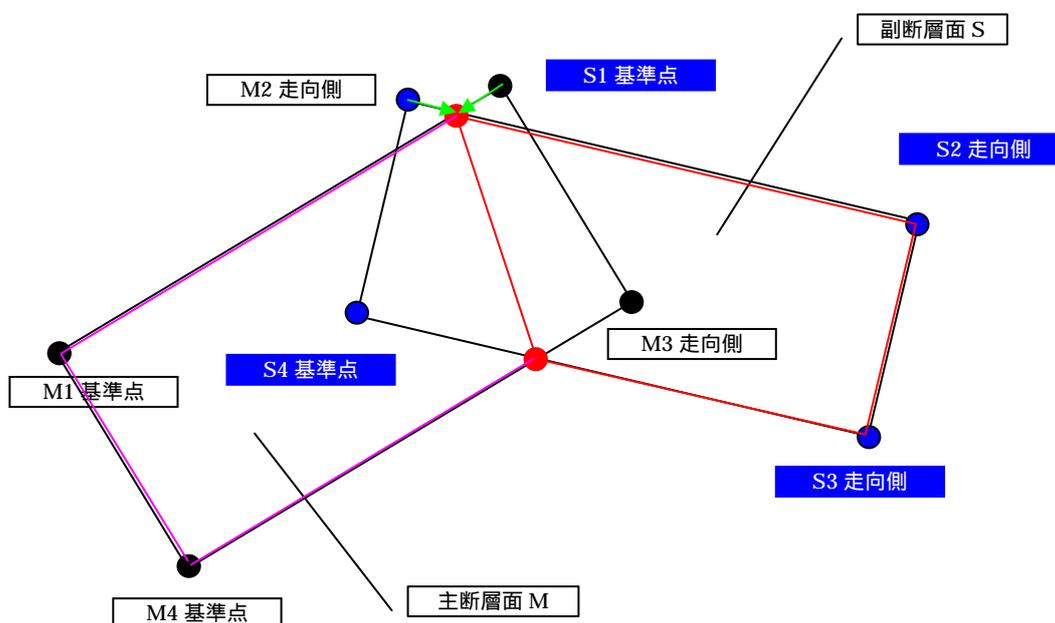


図 10 - 4 主断層上端線と副断層上端線が交差し、Dip が等しい場合の説明図

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。

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。

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。

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。

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

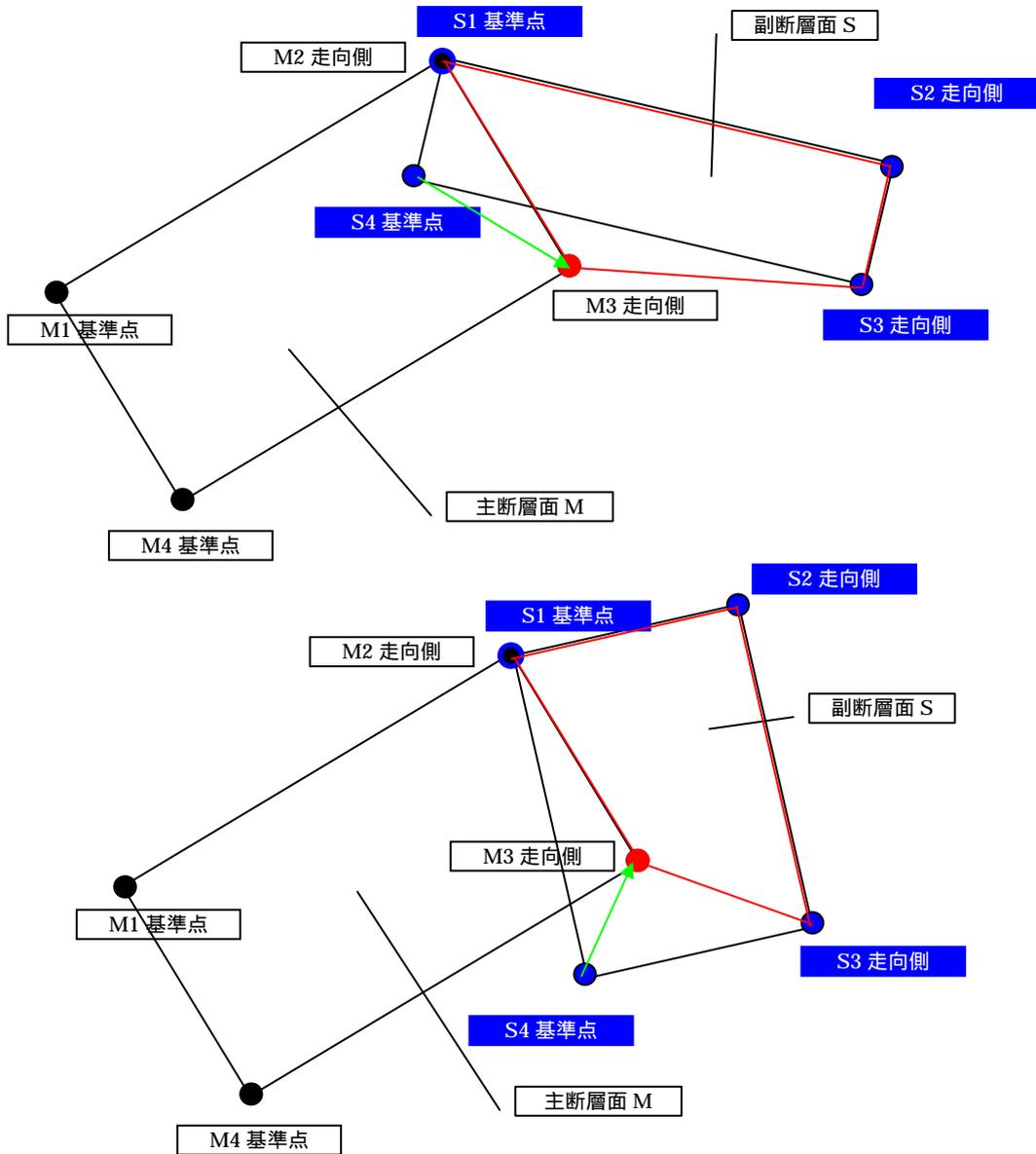


図 10 - 5 主断層下端線と副断層下端線では交差しないが、交わる場合の説明図

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

三角形の 3 点の座標から法線ベクトルを算出する。

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 を計算する。

計算上算出される Dip = 90 -

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。

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。)

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。

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。

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。

観測点と交点の距離を順次求める。

最短のものを断層最短距離とする。

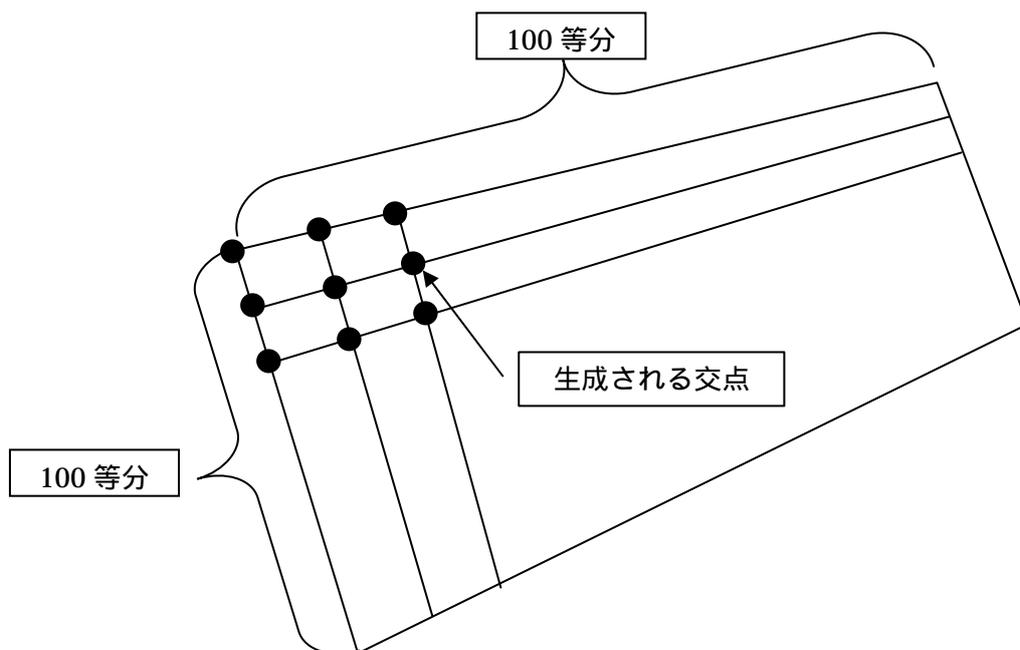


図 10 - 6 主断層下端線と副断層下端線では交差しないが、交わる場合の説明図

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、主断層に副断層が従属しているように結合する。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、

距離公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-SHS結果ファイル読込(J) J-SHSファイル出力(O) 設定ファイル(O)

開じる(O) 地殻増幅率 震度 地表速度 工学的 条件付き 暴露人口等
 変位速度 (震度)

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 地震名称: UOZU
 Mjmo: -6.8 ケース名: 7-1
 断層面積: 2

条件付き増幅率計算における対数標準偏差の取捨
 内陸地震に対するバラッキ(断層:デフォルト)
 内陸地震に対するバラッキ(日式)
 常用対数標準偏差一律のバラッキ

増幅率計算式の選択
 増幅率計算式1(断)
 増幅率計算式2(日)

震度計算式の選択
 震度計算式1(断)
 震度計算式2(日)

異常震域に対する距離減衰式の補正
 補正なし
 海溝軸
 火山フロント

①パラメータセット ⇒ ②地図上で確認 ⇒ ③解析

断層番号	断層原点 (経度/日本測地系)	断層原点 (緯度/日本測地系)	断層モデル 上傾深さ(0L-km)	断層長さ (km)	断層幅 (km)	strike角 (°)	dip角 (°)	主
1	137.9741	36.68217	3	24	18.9	25	45	1
2	137.4877	36.87841	3	9.9	18	68	54	0

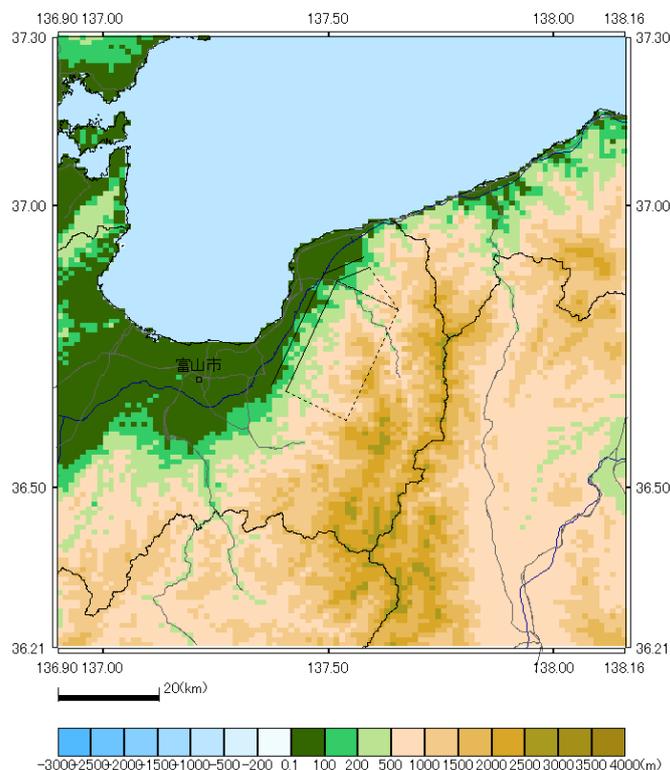


図 12 - 1 ツールによる断層設定の状況（上図）と設定結果（下図）

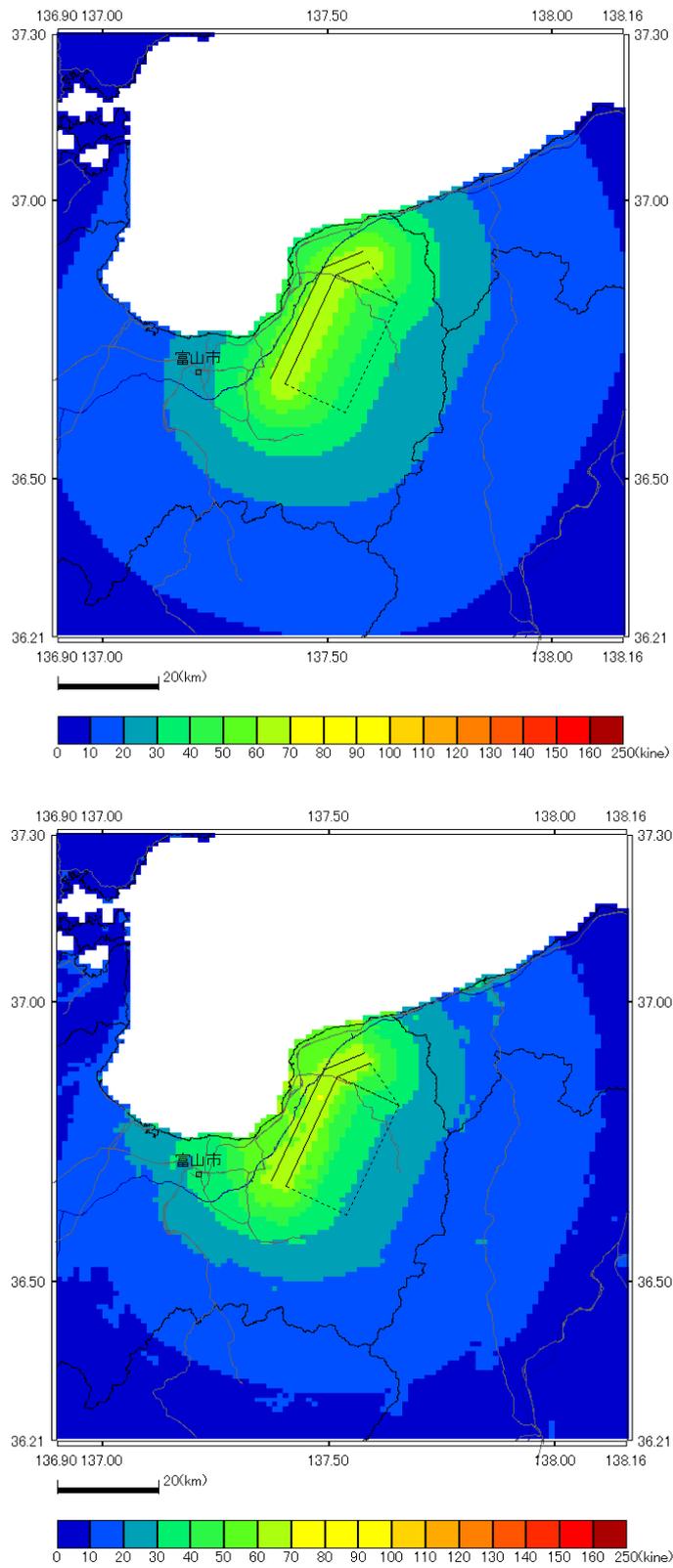


図 12 - 2 解析結果（上：工学的基盤($V_s=400\text{m/s}$)・下：地表)の速度分布

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の部分に2つとも1を入力する。

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み込(Ⓜ) J-SHIS結果ファイル読み込(Ⓜ) J-SHISファイル出力(Ⓜ) 設定ファイル(Ⓜ)

閉じる(Ⓛ) 地盤増幅度 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

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変換する場合、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 地震名称 UOZU

Mjma (Mwの場合、負値) -6.8 ケース名 7-1

断層面数 2

条件付き確率計算における対数標準偏差の取扱

内陸地震に対するパラツキ(新式:デフォルト)

内陸地震に対するパラツキ(旧式)

常用対数標準偏差一律のパラツキ

増幅率計算式の選択

増幅率計算式1(新)

増幅率計算式2(旧)

震度計算式の選択

震度計算式1(新)

震度計算式2(旧)

異常震域に対する距離減衰式の補正

補正なし

海溝軸

火山フロント

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	36.87841	3	8.9	18	68	54	1

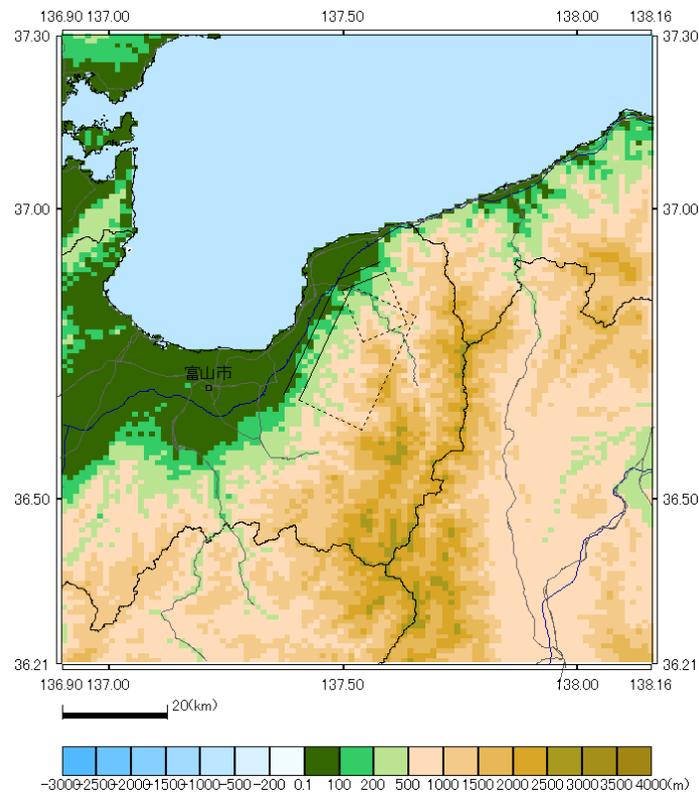


図 12 - 3 ツールによる断層設定の状況（上図）と設定結果（下図）

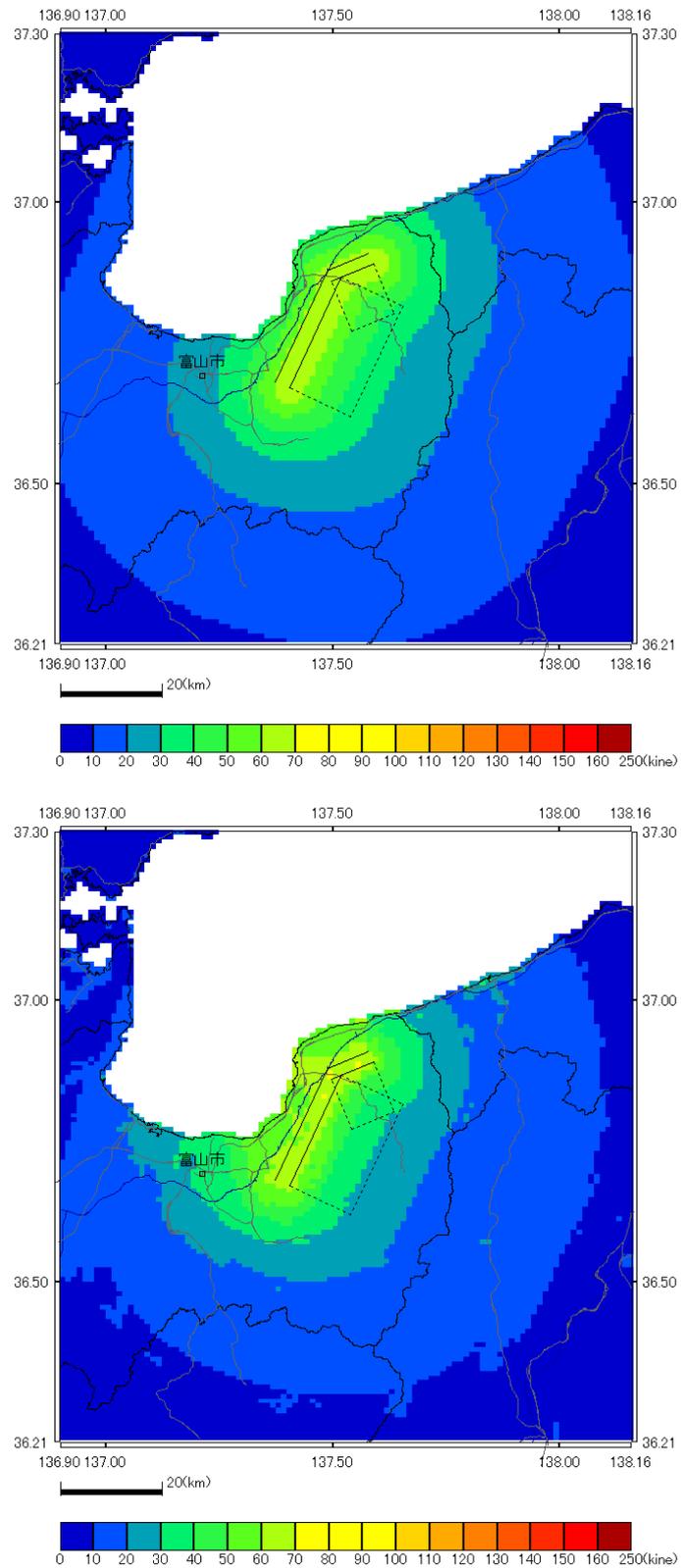


図 12 - 4 解析結果（上：工学的基盤($V_s=400$ m/s)・下：地表) の速度分布

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回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おおよそ準拠する。

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 13-1-1 に各分類の包含関係と分類内容を示す。

表 13-1-1 各分類の包含関係と分類内容

分類	中分類	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	固定文字列 (Z)
	中分類 1-2	地域名コード 1	固定 (JAPAN)
大分類 2	中分類 2-1	データ種類識別子	固定 (AMP)
大分類 3	中分類 3-1	基準基盤速度コード	固定 (VS400)
	中分類 3-2	メッシュ単位	m単位
	中分類 3-3	対応する 1 次メッシュコード 2	1 次メッシュ単位

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 13 - 1 - 3 示す。

表 13 - 1 - 2 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

らわす文字列に“-”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	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 2-1	データ識別子	固定 (MAP)
大分類 3	中分類	想定地震断層ケース名	想定ケース名

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。CSV のヘッダ名と各列の説明を解析範囲列に関して表 13-2-2 に、解析データ列を

表 13 - 2 - 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。

“ # 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」

“ # 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	DPOP	メッシュ当たりの昼間人口(人)
12	NPOP	メッシュ当たりの夜間人口(人)
13	V5L	震度 5 弱になる下限地震基盤最大速度(cm/sec)
14	P5LL	震度 5 弱未満になる確率
15	P5LU	震度 5 弱以上になる確率
16	V5U	震度 5 強になる下限地震基盤最大速度(cm/sec)
17	P5UL	震度 5 強未満になる確率
18	P5UU	震度 5 強以上になる確率
19	V6L	震度 6 弱になる下限地震基盤最大速度(cm/sec)
20	P6LL	震度 6 弱未満になる確率

21	P6LU	震度 6 弱以上になる確率
22	V6U	震度 6 強になる下限地震基盤最大速度(cm/sec)
23	P6UL	震度 6 強未満になる確率
24	P6UU	震度 6 強以上になる確率
25	V70	震度 7 になる下限地震基盤最大速度(cm/sec)
26	P70L	震度 7 未満になる確率
27	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, DPOP, NPOP, V5L, P5LL, P5LU, V5U, P5UL, P5UU, V6L, P6LL, P6LU, V6U, P6UL, P6UU, V70, P70L, P70U

56000000N, 135.9500000, 35.7166600, 135.9471000, 35.7198000, 1.8216, 400, 1.0510, 1.9145,

3.1651, 24.000, 20.000, 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
DPOP	%.3f
NPOP	%.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
P70U	%.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。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 - 4 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。

“ # 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」。

“ # 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 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。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 13 - 2 - 5、断層面データ列を表 13 - 2 - 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。

6 . 統計的グリーン関数法作成プログラム(statgreen, greenscale)マニュアル

本章は、4章の「詳細法パラメータ作成ツール」によって作成される統計的グリーン関数法プログラムで使用できる統計的具輪 ン関数法のサンプルプログラムのデータフォーマットとプログラムのアルゴリズムを示したものである。

<目 次>

6.1 STATGREEN (統計的グリーン関数法プログラム) データフォーマット	133
6.1.1 地盤モデル設定ファイル (SOIL.DAT)	133
6.1.2 観測点ファイル (STATION.DAT)	134
6.1.3 断層パラメータファイル (FAULT-PARAM.DAT)	135
6.1.4 位相情報ファイル (PHASE.DAT)	137
6.1.5 コマンドライン引数について.....	137
6.2 Greenscale (半経験的波形合成法プログラム) データフォーマット	138
6.2.1 観測点ファイル (STATION.DAT)	138
6.2.2 断層パラメータファイル (FAULT-PARAM.DAT)	138
6.2.3 要素断層パラメータファイル (ELEMENT-PARAM.DAT)	140
6.2.4 コマンドライン引数について.....	140
6.3 統計的グリーン関数法 (半経験的波形合成法) アルゴリズム.....	142
6.3.1 統計的グリーン関数作成アルゴリズム.....	142
6.3.2 統計的グリーン関数 (加速度フーリエスペクトル) の作成	142
6.3.3 時刻歴 (統計的経時特性) の作成.....	143
6.3.4 要素地震波形 (種地震) の作成.....	144
6.3.5 1次元重複反射における工学的基盤までの増幅波形の作成.....	145
6.3.6 非一様すべり波形合成法 (壇・佐藤(1998)の方法) アルゴリズム.....	145

6.1 STATGREEN (統計的グリーン関数法プログラム) データフォーマット

統計的グリーン関数法 (statgreen) で取り扱う入力データファイルは、以下の 5 種類である (DVD の STG_sample_programs¥sample_param にサンプルデータあり)。

SOIL-LAYER.DAT (6.1.1 参照)

STATION.DAT (6.1.2 参照)

FAULT-PARAM.DAT (6.1.3 参照)

ELEMENT-PARAM.DAT (6.1.4 参照)

PHASE.DAT (6.1.5 参照)

6.1.1 地盤モデル設定ファイル (SOIL.DAT)

地盤物性値を取り扱うファイルとして地盤構造設定ファイル (SOIL.DAT) は、2 つのセクションからなり、1 つ目のセクションを物性値セクションとし、2 つ目のセクションを深度セクションとする。深度セクションは、GL-m を入力する。

表 1-1-1 物性値セクション

パラメータ名	単位	内容
Vs	m/s	S 波速度
Ro	g/cm ³	密度
Q		Q 値

表 1-1-2 深度セクション

パラメータ名	単位	内容
観測点 No		観測点の番号
X		格子座標での X
Y		格子座標での Y
深度 1		一層目の深度
深度 2		二層目の深度
深度 3		三層目の深度
:		: 物性値セクションで指定した層数-1 の繰り返し。

最下層は基盤であり、層厚 0 として内部で取り扱う点は、今までの仕様と同じである。

< データ例 >

SOIL.DAT

SOIL-LAYER.DAT

SOIL-PARAM(Vs,Ro,Qs)

1 600 1.95 100

2 1000 2.05 100

3 1300 2.20 100

```

4 1600 2.30 100
5 1900 2.35 100
6 2100 2.40 100
7 2900 2.55 100
8 3400 2.70 100
# LAYER-DEPTH(GL-m)
1 0 0 385.0 660.1 1100.6 1432.7 2617.0 3980.9 5504.2
2 1 0 275.7 472.6 787.9 1166.1 2449.2 4008.0 5491.0
3 2 0 164.2 281.5 469.2 873.7 2268.0 4022.1 5452.4
4 3 0 70.8 121.3 202.2 595.6 2069.3 4007.4 5403.2
5 4 0 20.1 34.5 57.5 351.3 1798.9 3956.1 5302.1
6 5 0 8.4 14.3 23.9 164.7 1634.7 3833.3 5249.2
7 6 0 9.6 16.4 27.4 66.4 1453.1 3767.7 5172.6

```

観測点の地盤構造によっては、物性値セクションで設定した層数を満たさない場合があるが、その際には、深度セクションで上部の層と同じ深度を入力することとした。プログラム中では、層が無いものとして計算用のデータに変換している。XY座標系でのX,Yの値についてであるが、防災科研のプログラムでは現在では用いることは無いが、他のデータ(差分法GMS)との互換性を保つために設定した値である。

6.1.2 観測点ファイル (STATION.DAT)

表 1-2 観測点ファイル

パラメータ名	単位	内容
STATION No.		観測点の番号
緯度	度	観測点の緯度
経度	度	観測点の経度
標高	m	観測点の標高
ファイル名		要素波形名

< データ例 >

```

1      37.00417      138.50625      0.0      SAS000001.dat
2      37.01250      138.50625      0.0      SAS000002.dat
3      37.02083      138.50625      0.0      SAS000003.dat
4      37.02917      138.50625      0.0      SAS000004.dat
5      37.03750      138.50625      0.0      SAS000005.dat

```

ファイル名は、工学的基盤での波形名が入力されており、地震基盤での波形名は、この名前から最初の1文字をとったものとしている。

6.1.3 断層パラメータファイル (FAULT-PARAM.DAT)

表 1-3 断層パラメータファイル

パラメータ名	単位	内容
断層中央点緯度 Ela	度	断層中央点の緯度
断層中央点経度 Elo	度	断層中央点の経度
断層中央点深度 Ed	GL-m	断層中央点の深度
破壊開始点緯度	度	破壊開始点の緯度
破壊開始点経度	度	破壊開始点の経度
破壊開始点深度	GL-m	破壊開始点の深度
サンプリング周波数 Sf	Hz	サンプリング周波数
サンプリング時間	sec	サンプリング時間
断層の密度 pq	g/cm ³	断層の密度
地震基盤の密度 sb	g/cm ³	地震基盤の密度
断層の S 波速度 pq	km/sec	断層の S 波速度
地震基盤の S 波速度 pq	km/sec	地震基盤の S 波速度
要素断層の MOs	N・m	要素断層のモーメント
応力降下量 s	Mpa	要素断層の応力降下量
ラディエーションパターン		ラディエーションパターン
Fmax	Hz	高周波遮断周波数
係数 m		統計的グリーン関数作成時の係数
Q 値パラメータ A1		Q=A1* f ^{A2} (A3 < f (Hz))
Q 値パラメータ A2		Q=A4 (A3 < f (Hz)) の設定
Q 値パラメータ A3		
Q 値パラメータ A4		
要素断層の長さ	km	要素断層の長さ
要素断層の幅	km	要素断層の幅
平均すべり量	m	要素断層の平均すべり量
要素断層の剛性率	N/m ²	要素断層の剛性率
破壊伝播速度	km/s	破壊伝播速度
オフセット時間	sec	地震発生開始時間のオフセット量を与える

< データ例 >

FAULT-PARAM.DAT

```

37.272717      #ELEMETN-CENTER-LATITUDE
138.898899     # ELEMENT-CENTER-LONGITUDE
10244.000      # ELEMENT-CENTER-DEPTH(GL-m)
37.280197     # DES-LATITUDE
138.866920     # DES-LONGITUDE
13644.0        # DES-DEPTH(GL-m)
120            # SAMPLING-FREQUENCY(Hz)
60             # SAMPLING-TIME(sec)
2.7            # ELEMENT-DENSITY(g/cm3)
2.7            # SEISMIC-BEDROCK-DENSITY(g/cm3)
3.4            # ELEMENT-SWAVE-VELOCITY(m/sec)
3.4            # SEISMIC-BEDROCK-SWAVE-VELOCITY(m/sec)

```

```
8.546e16      # ELEMENT-MOMENT(M0s)
2.64E07       # ELEMENT-STRESS-DROP(MPA)
0.4384        # RADIATION-PATTERN
6.0           # FMAX
4.0           # M
100.0         # Q-VALUE(A1) Q = A1 * f(Hz)^A2( A3 < f(Hz) )
0.69          # Q-VALUE(A2) Q = A4( A3 > f(Hz) )
1.0           # Q-VALUE(A3)
100.0         # Q-VALUE(A4)
# green scale param
2.0           # L
2.0           # W
0.6712        # Ds
3.23E10       # myu
2.5           # Vr
0.0           # offset
```

データを記載している中で、「#」が行頭に出てきているものは、コメント行とみなす。
また、データ記載後に続き「#」が出た場合についても、それ以降はコメントとみなす。

6.1.4 位相情報ファイル(PHASE.DAT)

表 1-5 位相情報ファイル

パラメータ名	単位	内容
振幅値		[-] ~ [] の範囲におけるランダムな数値

< データ例 >

1.424388
2.938328
3.127211
-2.663537
0.334236
2.074836
2.128528
2.521443
-2.335245
1.039335
0.076895
1.630721
1.063689
-0.378916
1.669265
2.938136
-2.836695
0.421103
1.646637
-1.119683
0.126178

6.1.5 コマンドライン引数について

コマンドライン引数は以下のように設定する。

コマンドライン引数の例：

```
> ./statgreen STATION.DAT FAULT-PARAM.DAT SOIL.DAT PHASE.DAT 100  
200
```

計算する観測点番号を範囲で指定する（最後の 100, 200 等の指定が無い場合はすべての観測点について計算を行う）。

6.2 Greenscale (半経験的波形合成法プログラム) データフォーマット

Greenscale (半経験的波形合成法プログラム) で使用するファイル (DVD の ¥STG_sample_programs¥sample_param にサンプルデータあり) については、以下に示す 3 種類である。

STATION.DAT
 FAULT-PARAM.DAT
 ELEMENT-PARAM.DAT

6.2.1 観測点ファイル (STATION.DAT)

このファイル STATION.DAT は先に述べた Statgreen プログラムと共通のファイルであり、表 6.2-1 に示すフォーマットとした。

表 6.2-1 観測点ファイル

パラメータ名	単位	内容
STATION No.		観測点の番号
緯度	度	観測点の緯度
経度	度	観測点の経度
標高	m	観測点の標高
ファイル名		要素波形名

データ例：

1	37.00417	138.50625	0.0	SAS000001.dat
2	37.01250	138.50625	0.0	SAS000002.dat
3	37.02083	138.50625	0.0	SAS000003.dat
4	37.02917	138.50625	0.0	SAS000004.dat
5	37.03750	138.50625	0.0	SAS000005.dat

6.2.2 断層パラメータファイル (FAULT-PARAM.DAT)

FAULT-PARAM.DAT ファイルも statgreen と共通であり、表 6.2-2 に示す断層パラメータファイルのフォーマットとした。

表 6.2-2 断層パラメータファイル

パラメータ名	単位	内容
断層中央点緯度 Ela	度	断層中央点の緯度
断層中央点経度 Elo	度	断層中央点の経度
断層中央点深度 Ed	GL-m	断層中央点の深度
破壊開始点緯度	度	破壊開始点の緯度
破壊開始点経度	度	破壊開始点の経度
破壊開始点深度	GL-m	破壊開始点の深度
サンプリング周波数 Sf	Hz	サンプリング周波数
サンプリング時間	sec	サンプリング時間
断層の密度 pq	g/cm ³	断層の密度
地震基盤の密度 sb	g/cm ³	地震基盤の密度

断層の S 波速度 pq	km/sec	断層の S 波速度
地震基盤の S 波速度 pq	km/sec	地震基盤の S 波速度
要素断層の MOs		要素断層のモーメント
応力降下量 s		要素断層の応力降下量
ラディエーションパターン		ラディエーションパターン
Fmax		高周波遮断周波数
係数 m		統計的グリーン関数作成時の係数
Q 値パラメータ A1		$Q=A1 * f^{A2} (A3 < f (Hz))$
Q 値パラメータ A2		$Q=A4 (A3 > f (Hz))$ の設定
Q 値パラメータ A3		
Q 値パラメータ A4		
要素断層の長さ		要素断層の長さ
要素断層の幅		要素断層の幅
平均すべり量		要素断層の平均すべり量
要素断層の剛性率		要素断層の剛性率
破壊伝播速度		破壊伝播速度
オフセット時間	sec	地震発生開始時間のオフセット量を与える

データ例：

FAULT-PARAM.DAT

```

37.272717      #ELEMETN-CENTER-LATITUDE
138.898899     # ELEMENT-CENTER-LONGITUDE
10244.000      # ELEMENT-CENTER-DEPTH(GL-m)
37.280197     # DES-LATITUDE
138.866920     # DES-LONGITUDE
13644.0        # DES-DEPTH(GL-m)
120            # SAMPLING-FREQUENCY(Hz)
60             # SAMPLING-TIME(sec)
2.7            # ELEMENT-DENSITY(g/cm3)
2.7            # SEISMIC-BEDROCK-DENSITY(g/cm3)
3.4            # ELEMENT-SWAVE-VELOCITY(m/sec)
3.4            # SEISMIC-BEDROCK-SWAVE-VELOCITY(m/sec)
8.546e16       # ELEMENT-MOMENT(M0s)
2.64E07        # ELEMENT-STRESS-DROP(MPA)
0.4384         # RADIATION-PATTERN
6.0            # FMAX
4.0            # M
100.0          # Q-VALUE(A1) Q = A1 * f(Hz)^A2( A3 < f(Hz) )
0.69           # Q-VALUE(A2) Q = A4( A3 > f(Hz) )
1.0            # Q-VALUE(A3)
100.0          # Q-VALUE(A4)
# green scale param

```

2.0 # L
 2.0 # W
 0.6712 # Ds
 3.23E10 # myu
 2.5 # Vr
 0.0 # offset

データを記載している中で、「#」が行頭に出てきているものは、コメント行とみなす。
 また、データ記載後に続き「#」が出た場合についても、それ以降はコメントとみなす。

6.2.3 要素断層パラメータファイル (ELEMENT-PARAM.DAT)

ELEMENT-PARAM.DAT (要素断層パラメータファイル) は、要素断層 1 つ毎の応力降下量とすべり量を記述したものであり、表 6.2-3 にしめすフォーマットとした。

表 6.2-3 要素断層パラメータファイル

パラメータ名	単位	内容
ELEMENT No.		要素断層の番号
要素中心緯度	度	要素断層中心点の緯度
要素中心経度	度	要素断層中心点の経度
要素中心深度	GL-m	要素断層中心点の深度
すべり量	m	平均断層すべり量
応力降下量	MPa	要素断層の応力降下量
破壊開始時間	sec	破壊開始時間

出力例

```

1 37.351864 139.003385 3447.022 0.500 0.330 3.68982
2 37.344475 138.996903 3447.022 0.500 0.330 3.49111
3 37.337085 138.990421 3447.022 0.500 0.330 3.31645
4 37.329695 138.983939 3447.022 0.500 0.330 3.16979
5 37.322305 138.977457 3447.022 0.500 0.330 3.05518

```

6.2.4 コマンドライン引数について

コマンドライン引数は以下のように設定する。設定に関するコマンドラインは以下のよう
 に設定する。

コマンドライン引数の例：

```

> ./greenscale SAS staion.dat elem_param.dat fault_param.dat log.dat HP 1.0 1
100 200

```

観測点ファイルで指定しているファイル名には、フォルダの指定がないため、引数を追加してフォルダ名を指定している。1つ目の引数「SAS」がこれに該当する。これにより、statgreen と greenscale で同じ観測点ファイルを共用できる。

ハイパスフィルターを用いるかローパスフィルターを用いるかを選択するフラグ。(ハイパスの場合"HP"を、ローパスの場合"LP"を指定する。フィルターをかけない場合は"NO"を指定する。)

接続周波数を指定。(フィルターのフラグが"NO"の場合でも、引数の個数をチェックするため、ダミーを指定しておく必要がある。)

計算する観測点番号を範囲で指定する(最後の100、200等の指定が無い場合はすべての観測点について計算する)。

震源からのトラベルタイムを引くかどうかのフラグ nShiftFlg の指定。nShiftFlg が1の時は従来と同じ計算を行い、0の時は、引かない計算となる。該当部のソースは以下に示す。

引数は、フォルダ名、観測点データ、要素断層データ、断層データ、ログファイル名、フィルター種別、接続周波数、シフトフラグ、計算開始観測点番号、計算終了観測点番号の順で指定する。

コマンドライン引数の例：

```
> ./greenscale SAS staion.dat elem_param.dat fault_param.dat log.dat HP 1.0 1  
100 200
```

6.3 統計的グリーン関数法（半経験的波形合成法）アルゴリズム

統計的グリーン関数法で使用するアルゴリズムについて概略を説明する。

6.3.1 統計的グリーン関数作成アルゴリズム

壇・佐藤による統計的グリーン関数法(1998)は、断層面を小断層に分割し、小断層ごとに Boore の統計的震源モデル(1983)を分布させ、Irikura の方法(1986)で 2 モデルに従うように重ね合わせる方法に準拠するが、断層の非一様すべりを破壊モデルを規定する量のうち、低振動数の地震波の放出量に対応する非一様すべり量 D_{pq} と高振動数の地震波の放出量に対応する非一様すべり量 V_{pq} とを考慮した合成方法である。小地震波である半経験的グリーン関数が使用できない場合にも使用できるが、位相をランダムと仮定しており、特に短周期で有効な方法である。

6.3.2 統計的グリーン関数（加速度フーリエスペクトル）の作成

断層の食い違い理論(Aki and Richards, 1980)によれば、無限媒質のときの遠方場における S 波の変位波形 $u(t)$ は、

$$u(t) = \left(F / 4\pi\rho\beta^3 r \right) \mu \int_S V[\xi, t - r(\xi) / \beta] dS(\xi) \quad (1)$$

と表される。ここに、 F は S 波の放射特性(radiation pattern)、 ρ は媒質の密度、 β は媒質の S 波速度、 r は震源距離、 $V[\xi]$ を断層面上の点 ξ におけるすべり速度時間関数、 $S(\xi)$ は断層面である。本文では、(1)式の(2)式に相当する部分を震源時間関数部といい、そのフーリエ変換を震源スペクトルと呼ぶ。

$$M_{0f}(t) = \mu \int_S V[\xi, t - r(\xi) / \beta] dS(\xi) \quad (2)$$

今、すべり速度時間関数 $V[\xi, t]$ が、断層面上で ξ によらず同形とすると、点 ξ が破壊する時刻を $T(\xi)$ として、(2)式は下のよう書くことができる。

$$M_{0f}(t) = \mu \int_S [t - r(\xi) / \beta - T(\xi)] dS(\xi) \quad (3)$$

以上により地震基盤における S 波の主要動の統計的グリーン関数を Boore(1983)の統計モデルに準拠して作成した。この統計モデルは、

$$A_{pq}(f) = \frac{F}{4\pi\rho_{pq}\beta_{pq}^3} \frac{M_{0pq}(2\pi f)^2}{1 + (f/f_{cpq})} \frac{1}{\sqrt{1 + (f/f_{\max pq})^m}} \quad (4)$$

$$\frac{1}{r_{pq}} \exp\left[-\frac{\pi fr_{pq}}{Q(f)\beta_{pq}}\right] \times 2 \sqrt{\frac{\rho_{pq}\beta_{pq}}{\rho_{sb}\beta_{sb}}}$$

される地震動の加速度フーリエスペクトルのモデルである。

ここに、pq は要素断層に関する添え字で、 $A_{pq}(f)$ は地震動の加速度フーリエスペクトル、 F は地震動の放射特性、 ρ_{pq} および β_{pq} は要素断層における地殻の密度およびせん断波速度、 M_{0pq} は地震モーメント、 f_{cpq} は臨界振動数、 $f_{\max pq}$ は高周波遮断振動数、 m は定数、 r_{pq} は震源距離、 $Q(f)$ は地殻の Q 値、 ρ_{sb} および β_{sb} は地震基盤の密度およびせん断波速度である。最終項は、自由表面の影響および要素断層における地殻のインピーダンスと地震基盤のインピーダンスとの比較との相違を考慮したものである。また、震源の大きさに関する量である M_{0pq} および f_{cpq} については、以下の式で求める。

$$M_{0pq} = \mu_{pq} L_{pq} W_{pq} D_{pq}$$

$$f_{cpq} = \frac{(7/16)^{\frac{1}{6}}}{\sqrt{\pi}} \beta_{pq} \left(\frac{\sigma_{pq}}{M_{0pq}} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

$$\sigma_{pq} = \frac{7\pi}{16} \frac{\mu_{pq} D_{pq}}{\sqrt{L_{pq} W_{pq} / \pi}}$$

ここに $\mu_{pq} (= \rho_{pq} \beta_{pq})$ は地殻の剛性率、 σ_{pq} は実効応力である。

6.3.3 時刻歴（統計的経時特性）の作成

時刻歴の作成には経時特性もしくは位相特性が必要であるが、地震基盤における S 波の主要動の経時特性に関しては、現在までに研究があまりされていない。このプログラムでは、最終的に統計的グリーン関数を定義する位置を工学的基盤上と考え、気象庁マグニチュード M_{JMApq} と震源距離 R_{pq} とで規定される佐藤・他(1994a)による仙台地域の工学的基盤における S 波の主要動の地震記録から求められた統計的経時特性を準用している。

経時特性の式は以下の式で表される。

$$E(t) = \begin{cases} [(t-t_a)/(t_b-t_a)]^2 & (t_a \leq t \leq t_b) \\ 1 & (t_b \leq t \leq t_c) \\ \exp[-(\ln 10)(t-t_c)/(t_d-t_c)] & (t_c \leq t \leq t_d) \end{cases}$$

$$\log[t_b(\text{sec}) - t_a(\text{sec})] = 0.229M_{JMApq} - 1.112 \quad (6)$$

$$\log[t_c(\text{sec}) - t_b(\text{sec})] = 0.433M_{JMApq} - 1.936$$

$$\log[t_d(\text{sec}) - t_c(\text{sec})] = 0.778 \log r_{pq} - 0.34$$

気象庁マグニチュードは、佐藤(1989)による式で地震モーメント M_{0pq} より計算する。

$$M_{JMApq} = \frac{\log M_{0pq} (\text{dyne} \cdot \text{cm}) - 16.2}{1.5} \quad (7)$$

6.3.4 要素地震波形（種地震）の作成

6.3.2 および 6.3.3 の結果より要素地震波形（種地震）を作成する。種地震の作成は 6.3.2 で作成した加速度フーリエスペクトルにランダムな位相を与え(理論的なスペクトルに[,]の様な乱数で位相を与える)、ランダムな位相を与えた後の処理は以下の通り。

- (1) 与えたフーリエ振幅と乱數位相で、フーリエ逆変換を行って、時刻歴を作成する。
- (2) この時刻歴に（時間領域で）統計的経時特性をかける。
- (3) フーリエ変換をして、位相情報を残す。（振幅の情報は捨てる。）
- (4) 再度、与えた加速度フーリエ振幅と残しておいた位相で、フーリエ逆変換を行って、時刻歴を作成する。

結果、位相情報を変化させないようにエンベロープ処理を行う。以下にランダムな位相を与えた種地震（要素地震）波形を示す。

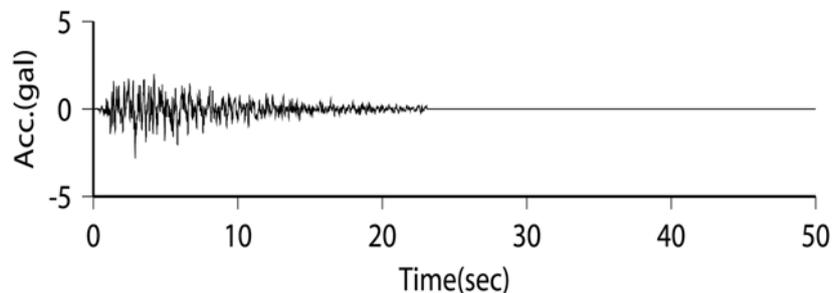


図 6.1 要素地震波形

6.3.5 1次元重複反射における工学的基盤までの増幅波形の作成

各計算地点で設定された地盤モデルに対してS波の一次元重複反射理論により、6.1.3において作成された地震基盤における統計的グリーン関数を入射波とした工学的基盤上の波形を計算する。これを工学的基盤における統計的グリーン関数とする。増幅後の波形とS波の増幅率を以下に示す。

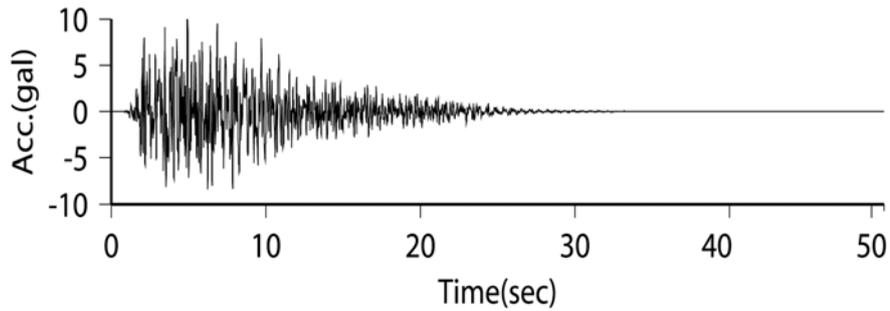


図 6.2 1次元重複反射後の要素地震波形

6.3.6 非一様すべり波形合成法（壇・佐藤(1998)の方法）アルゴリズム

壇・佐藤(1998)は、断層の非一様すべり破壊モデルを規定する量のうち、低振動数の地震波の放出量に対応する非一様すべり D_{pq} と高振動数の地震波の放出量に対応する非一様すべり速度 V_{pq} とを考慮した合成方法を提案した。壇・佐藤(1998)の合成方法は、大地震の (p,q) 番目の要素断層の震源スペクトル $M_{0pq}(\omega)$ を下式のように変更したものである。

$$M_{0pq}(\omega) = \frac{\mu L_S W_S D_{pq}}{(1+j\omega/\omega_{Dpq})(1+j\omega/\omega_{Spq})} \quad (8)$$

$$\omega_{Dpq} = \frac{V_{pq}}{D_{pq}} = \frac{2\beta\sigma_{pq}}{\mu D_{pq}}, \quad \omega_{Spq} = \frac{2\beta}{\lambda_{pq}}, \quad \lambda_{pq} = \sqrt{\frac{L_S W_S}{\pi}}$$

ここに、大地震の要素断層の大きさと小地震の大きさは等しいとしている。また、 j は虚数単位、 ω_{cs} は上式で与えられる小地震の臨界円振動数で、 μ は媒質のせん断剛性率、 β は媒質のS波速度、 σ_{pq} は実効応力、 λ_{pq} は要素断層を面積が等価な円としたときの半径である。上の大地震の (p,q) 番目の要素断層の震源スペクトル $M_{0pq}(\omega)$ と小地震の震源スペクトル $M_{0s}(\omega)$ との比率をとると、スケールファクター $F_{pq}(\omega)$ は、

$$F_{pq}(\omega) = \frac{D_{pq}}{D_S} \frac{(1+j\omega/\omega_{cs})^2}{(1+j\omega/\omega_{Dpq})(1+j\omega/\omega_{Spq})} \quad (9)$$

となる。壇・佐藤(1998)の合成方法によって得られる合成波形のフーリエ変換の低振動数領域および高振動数領域における振幅は、距離補正項を無視すると、

$$u_l(\omega) = \sum_{p=1}^a \sum_{q=1}^b \frac{D_{pq}}{D_s} u_s(\omega) \quad (\omega \rightarrow 0)$$

$$u_l(\omega) = \sqrt{\sum_{p=1}^a \sum_{q=1}^b \left(\frac{\sigma_{pq}}{\sigma_s} \right)^2} u_s(\omega) \quad (\omega \rightarrow \infty)$$
(10)

となる。ただし、高振動数領域における振幅はランダム和となることを考慮した。ここで非一様な実効応力 σ_{pq} が全ての要素断層において σ_s に等しいとして、小地震の実効応力 σ_s に対する比率を D_l と等しいとして、小地震のすべり量 D_s に対する比率 c とおくと、

$$u_l(\omega) = abc u_s(\omega) \quad (\omega \rightarrow 0)$$

$$u_l(\omega) = \sqrt{abcd} u_s(\omega) \quad (\omega \rightarrow \infty)$$
(11)

となる。さらに小地震と大地震との間で巨視的断層パラメータの相似則($a=b=c=n$, $d=1$)が成り立っていると過程すると、

$$u_l(\omega) = n^3 u_s(\omega) \quad (\omega \rightarrow 0)$$

$$u_l(\omega) = nu_s(\omega) \quad (\omega \rightarrow \infty)$$
(12)

となる。壇・佐藤(1998)は、この合成方法を、wald and Somerville(1995)が測地データと周期 4 秒以上地震記録から同定した。計算の対象としている周期は 0.067 秒 ~ 4 秒であり、やや短周期帯域の地震動を主体にしている。壇・佐藤(1998)は、これらの合成波形より算定した計測震度は、報告されている気象庁の震度と良く対応した値となって強震動の予測問題という観点から、断層の非一様すべり破壊モデルによる結果を、従来の巨視的断層モデルおよび次式で定義される断層面全体の短周期レベルが非一様すべり破壊モデルと等しくなるような等価一様すべり破壊モデルの 2 つを考え、3 つのモデルによる合成結果を相互比較した。

$$A = 4\pi\beta^2 \sqrt{\sum_{p=1}^a \sum_{q=1}^b (\lambda_{pq} \sigma_{pq})^2}$$
(13)

以上の結果より断層近傍の館山を除く 5 地点で、非一様すべり破壊モデルによる合成結果と等価一様すべり破壊モデルによる合成結果はほぼ同じとなり、従来の巨視的断層モデルによる合成結果はやや小さくなった。以上より距離補正項を入れたスケールファクター $F_{pq}(\omega)$ の式を以下に示す。

$$F_{pq}(\omega) = \frac{D_{pq}}{D_s} \frac{(1 + j\omega/\omega_{cs})^2}{(1 + j\omega/\omega_{Dpq})(1 + j\omega/\omega_{Spq})} \left(\frac{r_s}{r_{pq}} \right) \exp \left[\frac{\omega}{2Q\beta} (r_s - r_{pq}) \right] \quad (14)$$

この手法により合成された加速度波形と速度波形を図 6.3 および図 6.4 に示す。

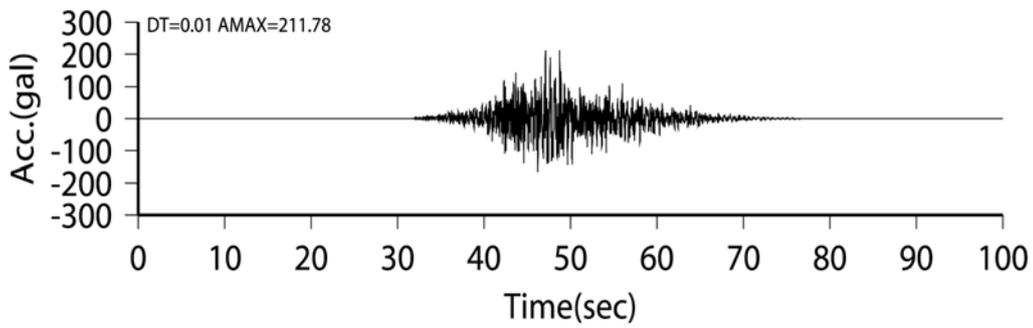


図 6.3 半経験的波形合成法による加速度波形例

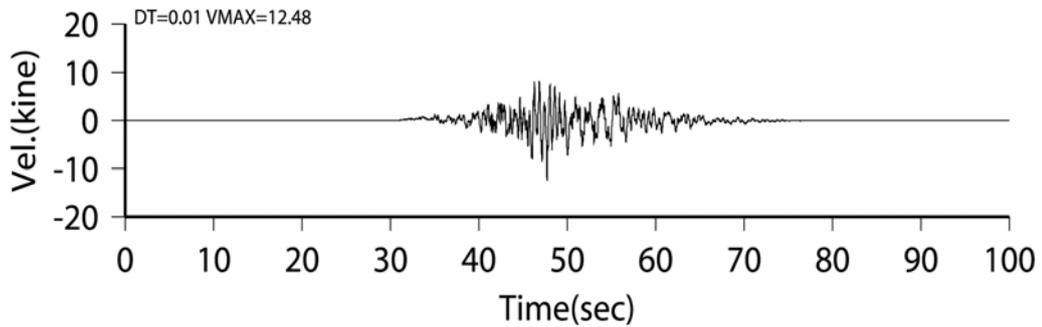


図 6.4 半経験的波形合成法による速度波形

7 . 参考文献

地震動予測地図作成ツールは、任意の断層面（点）を設定し、指定範囲内の領域において、詳細法の計算や、震度分布や条件付き確率計算等が出来るツール群です。以下は、このツール開発において参考とした論文等を掲載したものです。

- 1) Aki, K. (1957): Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, 415-456.
- 2) Aoi, S. and H. Fujiwara (1999): 3D Finite-Difference Method using discontinuous grids, Bull. Seism. Soc. Am., 89, 918-930.
- 3) Boatwright, J. (1988) : The seismic radiation from composite models of faulting, Bull. Seism. Soc. Am., 78, 489-508.
- 4) Dalguer L.A, K. Irikura, J. Riera, and H. C. Chiu (2001): Fault Dynamic Rupture Simulation of the Hypocenter area of the Thrust Fault of the 1999 Chi-Chi (Taiwan) Earthquake, Geophysical Research Letters, April 1, vol. 28, no. 7, 1327-1330.
- 5) 壇 一男・佐藤俊明(1998) : 断層の非一様すべり破壊を考慮した半経験的波形合成法による強震動予測、日本建築学会構造系論文集、509、49-60.
- 6) 壇 一男・渡辺基史・佐藤俊明・宮腰淳一・佐藤智美(2000) : 統計的グリーン関数法による 1923 年関東地震 (MJMA7.9) の広域強震動評価、日本建築学会構造系論文集、530、53-62.
- 7) 壇 一男・渡辺基史・佐藤俊明・石井透(2001) : 断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化、日本建築学会構造系論文集、545、51-62.
- 8) Das, S. and B. V. Kostrov (1986): Fracture of a single asperity on a finite fault, Earthquake Source Mechanics, Maurice Ewing Volume 6, American Geophysical Union, 91-96.
- 9) Geller, R.J. (1976): Scaling relations for earthquake source parameters and magnitudes, Bull. Seism. Soc. Am., 66, 1501-1523.
- 10) Graves, W. Robert (1996): Simulating Seismic Wave Propagation in 3D Elastic Media Using Staggered-Grid Finite Differences, Bull. Seis. Soc. Am., 86, pp.1091-1106.
- 11) Haskell, N. A.(1960) : Crustal reflection of plane SH waves, J. Geophys. Res., 65, 4147-4150.
- 12) Hisada, Y. (1995): An efficient method for computing Green's functions for a layered half-space with sources and receivers at close depth (part2), Bull. Seis. Soc. Am., 85, pp.1080-1093.
- 13) 地震調査委員会強震動評価部会(2009) : 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」) (平成 21 年 12 月 21 日改訂).
- 14) 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.
- 15) 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
- 16) 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

- 17) 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 275 号
- 18) 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.
- 19) 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
- 20) 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.
- 21) 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.
- 22) 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.
- 23) 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.
- 24) 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.
- 25) 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.
- 26) 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.
- 27) 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.
- 28) 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.
- 29) 平成 17 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 (2007)

8 . 謝辞

独立行政法人防災科学技術研究所では、「災害リスク情報プラットフォームの開発に関する研究プロジェクト」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・開発を行ってきた。

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GUI(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、株式会社ダイヤコンサルタントの鈴木一成・工藤暢章両氏においては、ツール作成における様々な作業についてご協力いただいた。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。

キーワード：詳細法，距離減衰式，地震動予測，GUI，ソフトウェア

研究資料 354 号：地震動予測地図作成ツールの開発

インストールマニュアル

1 . DVD - ROM の内容

GUI_make_param フォルダ

(震源を特定した地震動予測地図作成ツールのインストーラー式)

GUI_attenuation フォルダ (距離減衰式ツールのインストーラー式)

attenuation_sample_data フォルダ

・断層パラメータファイル

(矩形型断層 : F9303_CASE1.csv, 非矩形断層 (点震源): FP6210_MIYA.csv)

make_param_sample_data フォルダ

・断層パラメータファイル

(矩形型断層 : F9303_CASE1.csv)

STG_sample_programs

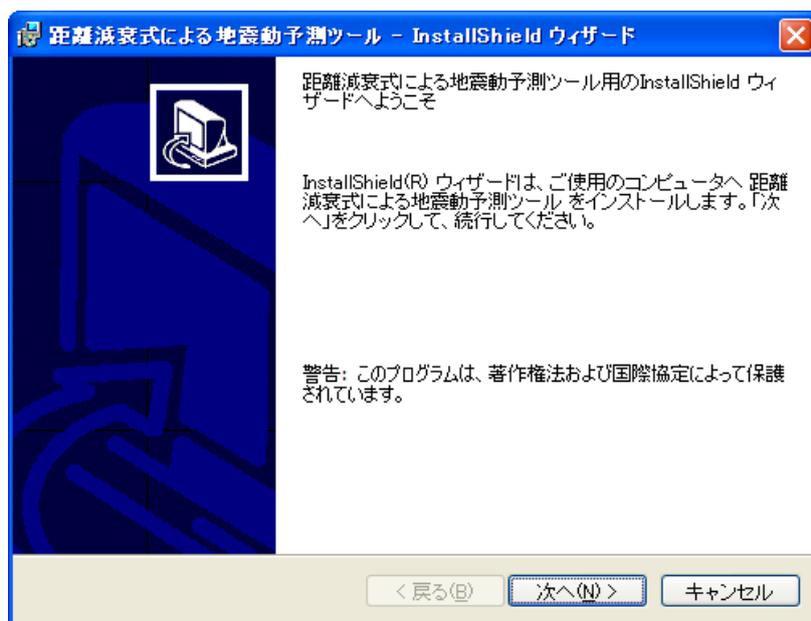
の統計的グリーン関数法のパラメータデータにて使用できるプログラム群

インストールマニュアル (本稿)

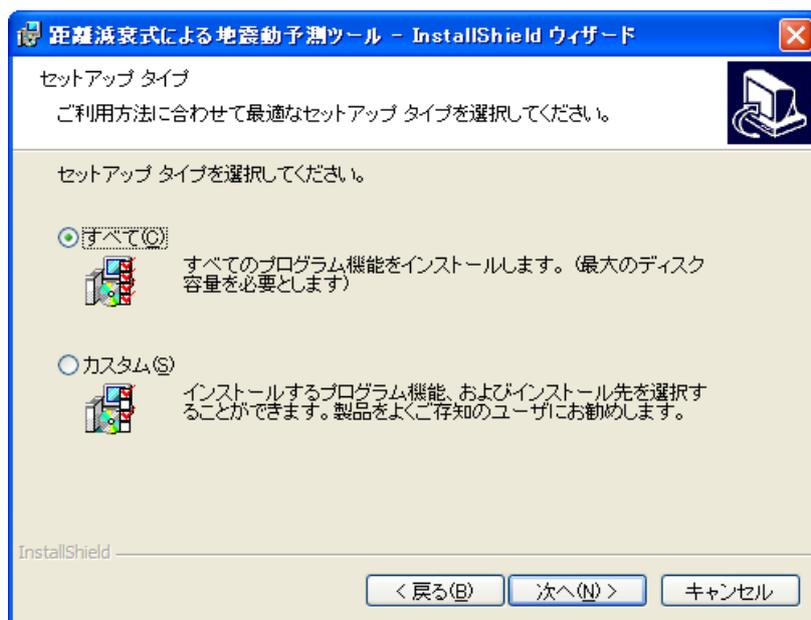
2. インストーラによるインストール手順

(・ 共通 ・ 下記は GUI_attenuation の例)

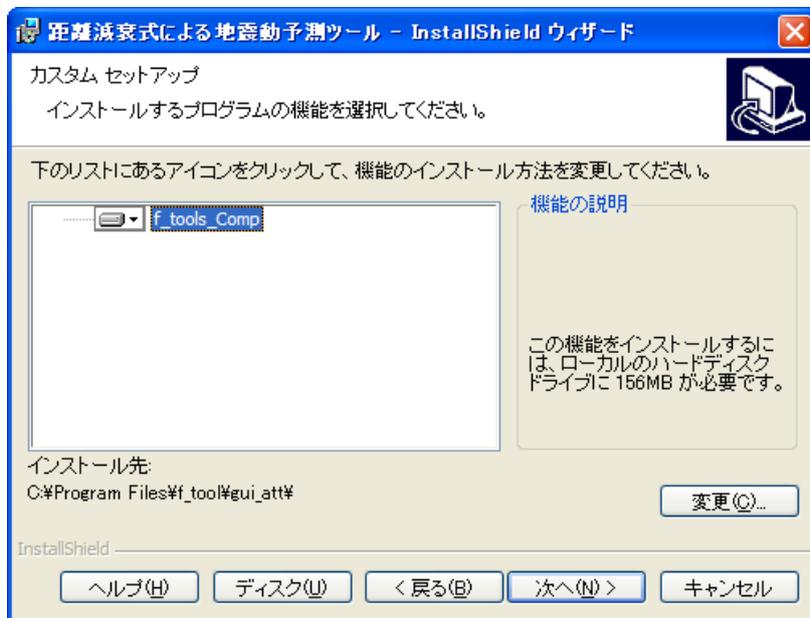
GUI_make_param または、GUI_attenuation フォルダ下の「Setup.exe」を実行する。
次の画面が開くので、「次へ(N)」を選択する。



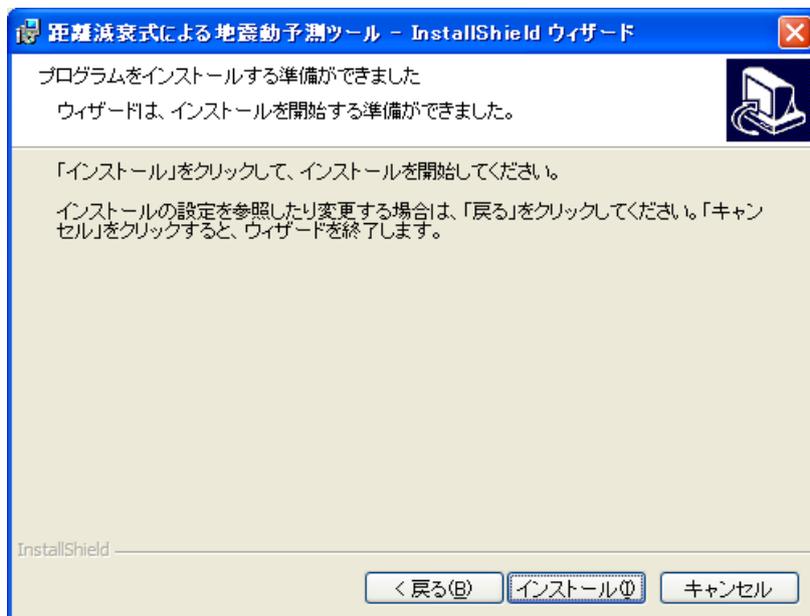
デフォルトのインストール先「C:¥Program Files¥f_tool¥gui_att¥」にインストールする場合には、「すべて」のまま、インストール先を変更する場合には、「カスタム」を選択し、「次へ(N)」を選択する。



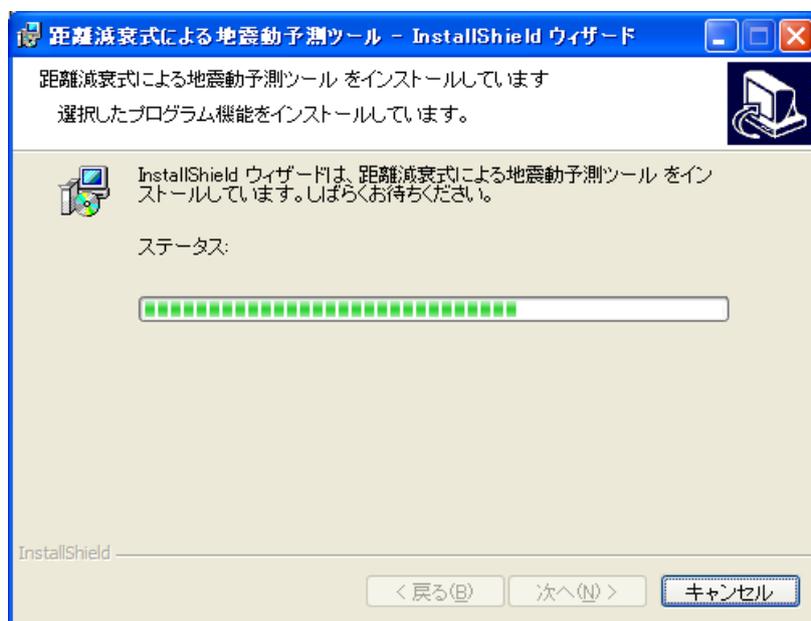
「カスタム」を選択した場合、次の画面が開くので、「変更(C)」を押して、インストール先を変更する。インストール先を変更後「次へ(N)」を選択する。



「インストール(I)」を選択して、インストールを開始する。



インストールが進行している間は、次の画面が開いているので進行状態を確認する。



ファイルのコピーが終了すると、次の画面が開くので、「完了(F)」を選択し、インストールを終了する。

