

## 数値解析手法のベンチマークテストの実施内容【2013年度】・概要

現在、様々な数値解析手法（差分法、有限要素法など）を用い、盆地地盤などを対象とした長周期地震動の計算が広く行われているが、同じ震源や地盤モデルを対象としているが、得られた結果は大きく異なるケースが報告されている。本ベンチマークテストでは様々な数値解析手法を用いて同じ条件のモデル（震源・伝播・地盤）で計算し、得られた結果を比較検討することで、その適用範囲（計算可能な振動数、震源距離、盆地や地形効果の影響など）やばらつきを検証する。同時に使用したデータ・結果、マニュアルを公開することで、多くの実務者に信頼性の高い強震動予測手法を使用可能とすることも目的とする。

本ベンチマークテストは、これまで2009年度から3年計画で一連の検討を行った。2009年度はステップ1（一様または2層地盤で点震源）、ステップ2（2層地盤で横ずれ断層、逆断層）を実施した<sup>1)</sup>。2010年度は、ステップ3（4層地盤モデルおよび対称な単純盆地）とステップ4（傾斜基盤のある盆地）を実施した<sup>2)</sup>。2011年度は、関東平野を対象にステップ5は3つの中小地震、ステップ6は関東地震のシミュレーション解析を行った<sup>3)</sup>。

単純な地盤モデルでは各チームの結果は相互によく一致し、プログラムの精度は問題ないことを確認した。ただし、関東平野モデルでは差分格子の間隔の選択により、地表付近の地盤のモデル化が異なるため、後続表面波の波形がチームにより異なるという問題点があった。表面波が主体の長周期地震動評価では問題点となる可能性がある。

上記のような課題点の解決に向けて、また南海トラフ沿いの巨大地震の地震動評価が今後ますます重要になるので、今年度は、ステップ7として、2004年紀伊半島南東沖地震（前震）のシミュレーションを行うベンチマークテストを計画した。

本ベンチマークテストの内容は全て公開され、希望者は誰でも参加できる。参加希望者は、各自所有する数値解析手法を用いて、下記の条件下で計算を行い、締め切り日までに結果を提出されたい。締切は2013/9/8とする。

以下、ベンチマークテストの検討モデル・提出データ一覧、波形提出時の報告事項、および各検討モデルの詳細を記す。

1)吉村他(2011)、日本建築学会技術報告集、17巻、35号、67-72. 2)吉村他(2012)、日本建築学会技術報告集、18巻、38号、95-100. 3)吉村他(2013)、日本建築学会技術報告集、19巻、41号、65-70.

### ■ 検討モデル一覧

ステップ7（締め切り：2013/9/8）	
モデル名	N71
対象地震	2004年紀伊半島南東沖地震（前震）(9/5 19:07 M7.1)
震源	点震源
地盤	関東平野…長周期地震動予測地図 2012年度試作版 濃尾、大阪平野…上部地殻以浅は同2009年版、下部地殻以深は2012年版
減衰	あり
有効振動数	関東平野：0～0.25Hz(4秒以上)、濃尾、大阪平野：0～0.4Hz(2.5秒以上)
計算点	関東平野(平野14点、伝播経路6点、A測線24点、B測線15点) 濃尾平野(平野6点、伝播経路4点、C測線29点、D測線24点) 大阪平野(平野8点+伝播経路5点、E測線51点、F測線32点)

## ■提出データ・資料について

ベンチマークテスト参加者は締切日までに下記の提出データファイル、および補足説明資料を下記の担当者までに説出する。(結果提出の締切:ステップ7→2013/9/8)

結果の提出:メールの添付ファイルにてデータと説明資料を下記アドレスに送付する。  
(10MB以下ごとに分割して送信すること)。受信した場合、必ず返信があるので、確認されたい。

提出・問合せ先: [hisada@cc.kogakuin.ac.jp](mailto:hisada@cc.kogakuin.ac.jp)

〒163-8677 新宿区西新宿1-24-2

工学院大学建築学科 久田嘉章

電話:03-3340-3442

FAX:03-3340-0149

## ■提出データファイル(観測点ごとの速度波形3成分:形式はcsvまたはtxt)

- csv形式で、1行目は  
time(s), +X(cm/s、+Northとする), +Y(cm/s、+Eastとする), UD(cm/s、Upを+とする)、  
2行目以降に対応する時間・速度値(3成分)のデータを各モデル、観測点ごとに作成する。時間刻みは0.02秒とする。継続時間は400秒とする。
- 提出データのファイル名のつけ方: モデル名(N71)-出力点略号-計算者名.csv  
例:N71の此花(OSKH02)で吉村氏によるデータは、N71-OSKH02-YOSHIMURA.csv  
出力点略号はN71の詳細説明の表7参照。

## ■補足説明資料(下記項目の補足資料を作成:形式はdoc, docxまたはtxt)

氏名(所属)	氏名(所属)、連絡先(メール・電話)を記入
(1)計算モデル	・N71
(2)用いた手法 ソフト名・作成者	・手法と概要説明 ・ソフト・作成者名、作成年など
(3)参考文献	・手法の説明のある論文・参考文献など
(4)有効振動数と 時間刻み	・有効振動数は関東平野は0~0.25Hz(4秒以上)、濃尾、大阪平野は0~0.4Hz(2.5秒以上)が基本であるが、達成できないときは、計算した有効振動数とその理由を記載する ・計算した時間刻みと提出用の時間刻みである0.02秒の計算法
(5)メッシュ・要素 の切り方	・一様サイズグリッドか、可変サイズグリッドか。 ・グリッド間隔または要素サイズ(水平方向、鉛直方向書くこと) ・モデル化した領域(X1≤X≤X2, Y1≤Y≤Y2, Z1≤Z≤Z2で記す) ・格子または要素の切れ目の入れ方(X=0, Y=0の線と一致するか、半グリッドずれるか。)
(6)境界の処理	・用いた境界処理の手法(吸収境界やスポンジゾーンの導入など) ・配置状況(吸収境界やスポンジゾーンの位置・モデル化など)
(7)点震源のモ デル化	・ダブルカップル震源の導入法を説明(参考文献なども) ・指定震源位置と実際の震源位置(グリッドに完全に一致しているか、半グリッドずれているか、直近の要素の中心、など) ・用いたのは滑り関数か、滑り速度関数か。 ・滑り関数の連続関数を用いたか、或いは三角形近似などを行なったか。後者の場合はその説明。
(8)面震源	(今回は震源データが与えられているので略)
(9)減衰の導入法	・手法や有効振動数などを簡単に説明(参考文献なども)
(10)提出波形に施 した波形処理	・例えば、発散による傾きを除去した、境界からの反射波部分はカットした、ハイカット・フィルターを通した(その振動数範囲)など。
(11)地盤モデル	大阪・濃尾モデル(第6系)か関東モデル(第9系)か
(12)その他	・補足説明など必要あれば。

## 数値解析手法のベンチマークテストの実施内容【2013年度】・詳細説明

### 【N71】紀伊半島南東沖地震のシミュレーション

#### (1)地盤モデル

##### ■関東平野

(a) 2012年度長周期地震動予測地図の西日本モデルを用いる。

緯度・経度を平面直角座標系第9系に変換し、地表標高をゼロメートルに補正して用いる。

変換・補正済み地盤データファイルを表1のように配布する。

表1 関東平野用の地盤データ

サイト	<a href="http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Open/Benchmark/Suihon/2013_05_30/">http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Open/Benchmark/Suihon/2013_05_30/</a>
ファイル名	Wjapan2012_Lay1-Zero-9kei.lzh
説明書	ベンチマークテスト用地下構造モデル説明書 rev2.pdf

フォーマットは以下の25列になっている。(919581行)

第9系Y(+東m)、第9系X(+北m)、第1層上面標高(+上方m)、第2層上面深度(同)、…、第23層上面深(同)

データの範囲を図1に示す(2012West)。東経141.1°以東をモデル化する必要があれば同サイトに置く東日本モデルEjapan2012\_Lay1-Zero-9kei.lzh(範囲は2012East)を用いる。ただし、震源が含まれる北緯34°以南がないので西日本モデルと結合する必要がある。

(b)物性値を以下のように修正する(表2参照)。

第1層は第2層と同じ物性にすること(最小Vs=0.5km/sとする)。

(1層目を修正しないまま(Vs=0.35m/sなど)で計算可能の場合は、修正した結果(0.5m/s)と修正しない結果(0.35m/s)の両方を提出)(8/5修正)

(c)Q値は表2のQs値を用いて、 $Q(f)=Q_s f/f_{ref}$ とする。

ここで、fは振動数Hz、 $f_{ref}$ はreference振動数で、 $f_{ref}=0.2\text{Hz}$ とする。

$$f_{ref}=0.5\text{Hz} \quad (8/2 \text{修正})$$

表2 関東平野用モデル（2012年長周期地震動地図）の物性値

Layer	Vp(km/s)	Vs(km/s)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Qp	Qs	
1	1.7	0.35	1.80	119	70	
2	1.8	0.5	1.95	170	100	→2層目と同じにする
3	2.0	0.6	2.00	204	120	
4	2.1	0.7	2.05	238	140	
5	2.2	0.8	2.07	272	160	
6	2.3	0.9	2.10	306	180	
7	2.4	1.0	2.15	340	200	
8	2.7	1.3	2.20	442	260	付加体を含む
9	3.0	1.5	2.25	510	300	
10	3.2	1.7	2.30	578	340	
11	3.5	2.0	2.35	630	400	
12	4.2	2.4	2.45	680	400	
13	5.0	2.9	2.60	680	400	地震基盤(近畿圏)
14	5.5	3.2	2.65	680	400	地震基盤(上部地殻第1層)
15	5.8	3.4	2.70	680	400	上部地殻第2層
16	6.4	3.8	2.80	680	400	下部地殻
17	7.5	4.5	3.20	850	500	マントル
18	5.0	2.9	2.40	340	200	海洋性地殻第2層(フィリピン海プレート)
19	6.8	4.0	2.90	510	300	海洋性地殻第3層(フィリピン海プレート)
20	8.0	4.7	3.20	850	500	海洋性マントル(フィリピン海プレート)
21	5.4	2.8	2.60	340	200	海洋性地殻第2層(太平洋プレート)
22	6.5	3.5	2.80	510	300	海洋性地殻第3層(太平洋プレート)
23	8.1	4.6	3.40	850	500	海洋性マントル(太平洋プレート)

地震本部などによる地下構造モデル  
 Ludwig et al. (1970)  
 長周期地震動予測地図2009年試作版(宮城県沖地震)  
 Yamada and Iwata (2005)  
 H17年度大大特広域モデル(田中・他, 2006)  
 $Q_s = 1000 * V_s / 5$   $Q_p = 1.7 * Q_s$   $Q_s \geq 400$  を超える場合は400とする  
 (Kawabe and Kamae, 2008 を参考)

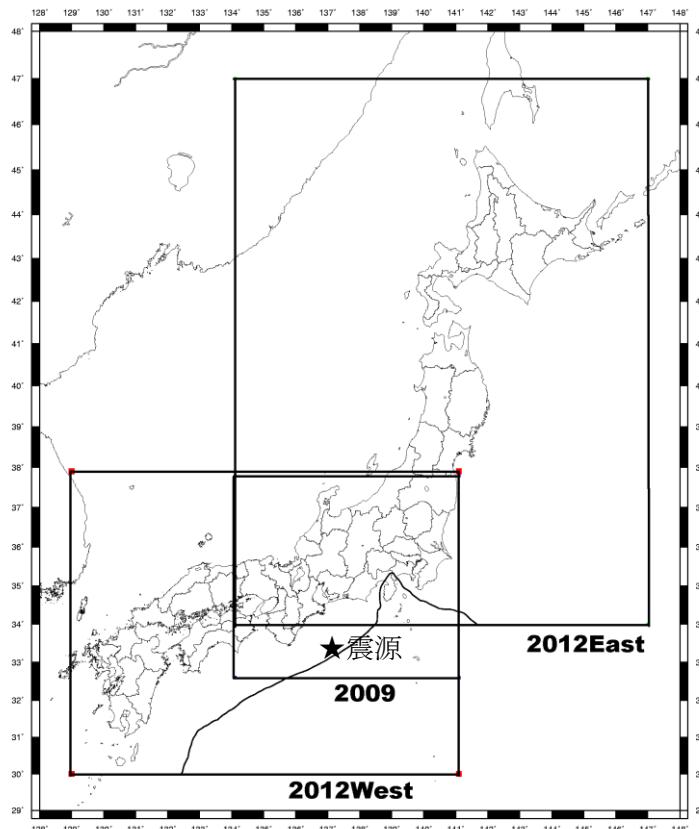


図1 長周期地震動予測地図のモデルの範囲

## ■大阪平野・濃尾平野

- (a)浅い部分に 2009 年度長周期地震動予測地図のモデルを用い、深い部分に 2012 年度長周期地震動予測地図のモデルを用いる。  
 緯度・経度を平面直角座標系第 6 系に変換して用いる。  
 結合・座標変換済みのデータを表 3 のように配布する。

表 3 大阪・濃尾平野用の地盤データ

サイト	<a href="http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Open/Benchmark/Suihon/2013_04_15/">http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Open/Benchmark/Suihon/2013_04_15/</a>
ファイル名	Wjapan2009and2012_6kei.lzh
説明書	ベンチマークテスト用地下構造モデル説明書 rev1.pdf

フォーマットは以下の 25 列、行数は 349440 行。  
 第 6 系 Y(+東 m)、第 6 系 X(+北 m)、第 1 層上面標高 (+上方m)、第 2 層上面深度 (同)、  
 …、第 23 層上面深 (同)  
 データ範囲は、2009 年度モデルの範囲である (図 1 に 2009 で示す)。

(b)物性値は表 4 に示すように修正する。(2009 年モデルからの修正として示す)。

- ・第 1 層は第 2 層と同じ物性にすること (最小 Vs=0.5km/s とする)。  
 ( 1 層目を修正しないまま (Vs=0.35m/s など) で計算可能の場合は、修正した結果(0.5m/s)と修正しない結果(0.35m/s)の両方を提出) (8/5 修正)
- ・13 層を境に両モデルを接続する。14~23 層を 2012 年モデルとする。

(c)表 4 の Q 値の reference 振動数は、 $f_{ref}=0.5\text{Hz}$  とする。

$$f_{ref}=0.2\text{Hz} \quad (8/2 \text{ 修正})$$

表 4 濃尾平野・大阪平野用モデル (2009 年+2012 長周期地震動地図) の物性値

層番号	P 波速度 Vp(km/s)	S 波速度 Vs(km/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	Q 値	備考
1	4.7~1.8	0.35~0.50	1.80~1.95	70 f/f <sub>ref</sub>	100 f/f <sub>ref</sub> → 2 層目と同じにする
2	1.8	0.50	1.95	100 f/f <sub>ref</sub>	
3	2.0	0.60	2.00	120 f/f <sub>ref</sub>	
4	2.1	0.70	2.05	140 f/f <sub>ref</sub>	
5	2.2	0.80	2.07	160 f/f <sub>ref</sub>	
6	2.3	0.90	2.10	180 f/f <sub>ref</sub>	
7	2.4	1.00	2.15	200 f/f <sub>ref</sub>	付加体
8	2.7	1.30	2.20	260 f/f <sub>ref</sub>	
9	3.0	1.50	2.25	300 f/f <sub>ref</sub>	
10	3.2	1.70	2.30	340 f/f <sub>ref</sub>	
11	3.5	2.00	2.35	400 f/f <sub>ref</sub>	
12	4.2	2.40	2.45	400 f/f <sub>ref</sub>	
13	5.0	2.90	2.60	400 f/f <sub>ref</sub>	地震基盤 (近畿圏)
14	5.5	3.20	2.65	400 f/f <sub>ref</sub>	地震基盤 上部地殻
15	6.0	3.53	2.70	400 f/f <sub>ref</sub>	上部地殻
16	6.7	3.94	2.80	400 f/f <sub>ref</sub>	下部地殻
17	7.8	4.60	3.20	500 f/f <sub>ref</sub>	マントル
18	5.0	2.90	2.40	200 f/f <sub>ref</sub>	海洋性地殻第 2 層
19	6.8	4.00	2.90	300 f/f <sub>ref</sub>	海洋性地殻第 3 層
20	8.0	4.70	3.20	500 f/f <sub>ref</sub>	海洋性マントル

## ■補間方法（両モデルに共通）

上記両モデルでは約 1km 格子で、層境界データが与えられている。差分法の計算において、さらに小さい格子間隔でデータを補間する必要が生じる。

統一した補間方法を指定するのでこれに従うこと。GMT の surface コマンドを用い、張力 T=0 とする。実行例を資料 1 に示す。

### (2)座標系と解析領域

#### 2-1 座標系

北を X、東を Y、鉛直下向きを Z とする。

#### 2-2 平面直角座標系の選択

平面直角座標系（平成十四年国土交通省告示第九号）に従う。

大阪平野、濃尾平野は第 6 系とする。

関東平野は第 9 系とする。

平面直角座標系は、X が + 北、Y が + 東となっていることに注意する。

[http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/patchjgd/helpweb/jpc/jpcmap1\\_19.html](http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/patchjgd/helpweb/jpc/jpcmap1_19.html)



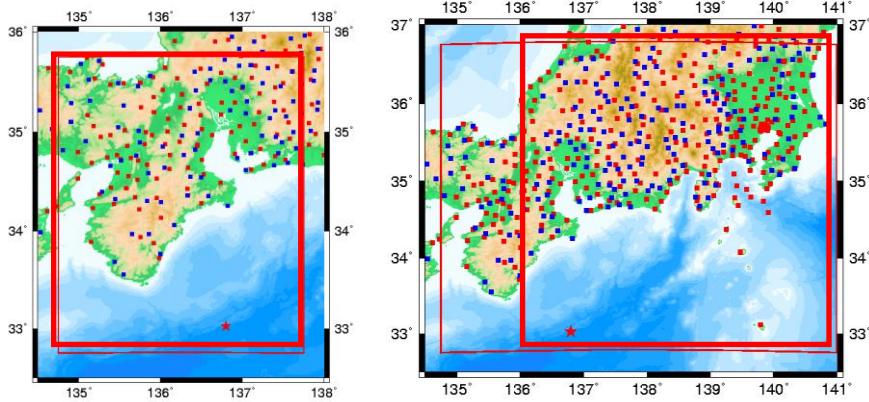
図 2 平面直角座標系の各系の該当地域

#### 2-3 解析領域

各自の興味と計算能力に従い、関東平野、濃尾平野、大阪平野のいずれか、あるいは複数の平野を含む領域とする。

深さは適切に計算できる値を各自設定する。

吸収ゾーンを設ける。



濃尾・大阪は第6系を用いること 関東(静岡以東)の計算は第9系

図2 解析領域のイメージ

### (3)震源モデル

山本・吉村(2011)<sup>4)</sup>で用いた震源モデルを用いる(図3)。このモデルは複数の2等辺三角形の組み合わせで表現されている(表5)。表6に震源緯度経度を各直角平面座標に変換した値を示す。

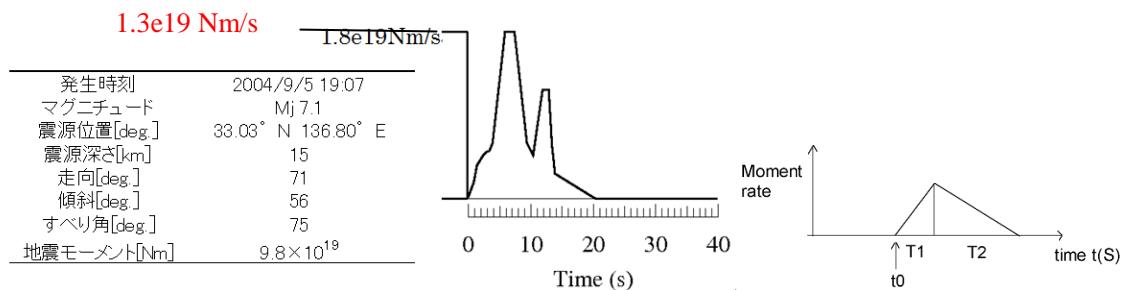


図3 紀伊半島南東沖地震(前震)の震源モデル

表5 紀伊半島南東沖地震(前震)の震源パラメーター

Lat[deg]	Lon[deg]	dep[km]	strike[deg]	dip[deg]	rake[deg]	starttime[s]	底辺時間[s]	底辺前半[s]	底辺後半[s]	Mo[Nm]	
			t0			T1+T2	T1	T2			
33.03	136.8	15	71	56	75	0	1	0.5	0.5	3.30E+17	
33.03	136.8	15	71	56	75	0.5	1	0.5	0.5	6.50E+17	
33.03	136.8	15	71	56	75	1	1	0.5	0.5	1.31E+18	
33.03	136.8	15	71	56	75	1.5	1	0.5	0.5	1.51E+18	
33.03	136.8	15	71	56	75	2	1	0.5	0.5	1.71E+18	
33.03	136.8	15	71	56	75	2.5	1	0.5	0.5	1.84E+18	
33.03	136.8	15	71	56	75	3	1	0.5	0.5	7.90E+17	
33.03	136.8	15	71	56	75	3	4.5	3	1.5	2.97E+19	
33.03	136.8	15	71	56	75	6	4.5	1.5	3	2.97E+19	
33.03	136.8	15	71	56	75	9.5	3.5	2.5	1	1.50E+19	
33.03	136.8	15	71	56	75	12	2	1	1	8.57E+18	
33.03	136.8	15	71	56	75	13.5	7	0.5	6.5	6.92E+18	
計											9.80E+19

表6 震源緯度経度を各直角平面座標に変換した値

	第6系	第9系
北緯 33.03 度	X(+北)= -329150m	-325343 m
東経 136.8 度	Y(+東)= 74731m	-283405 m

#### (4) 計算地点

図4に出力地点の概要を示す。各平野とも、平野内の点、伝播経路地盤点および、測線2本を設定した。各自のモデルに含まれる地点の速度波形を提出する。

以下に平野ごとに詳細を記す。

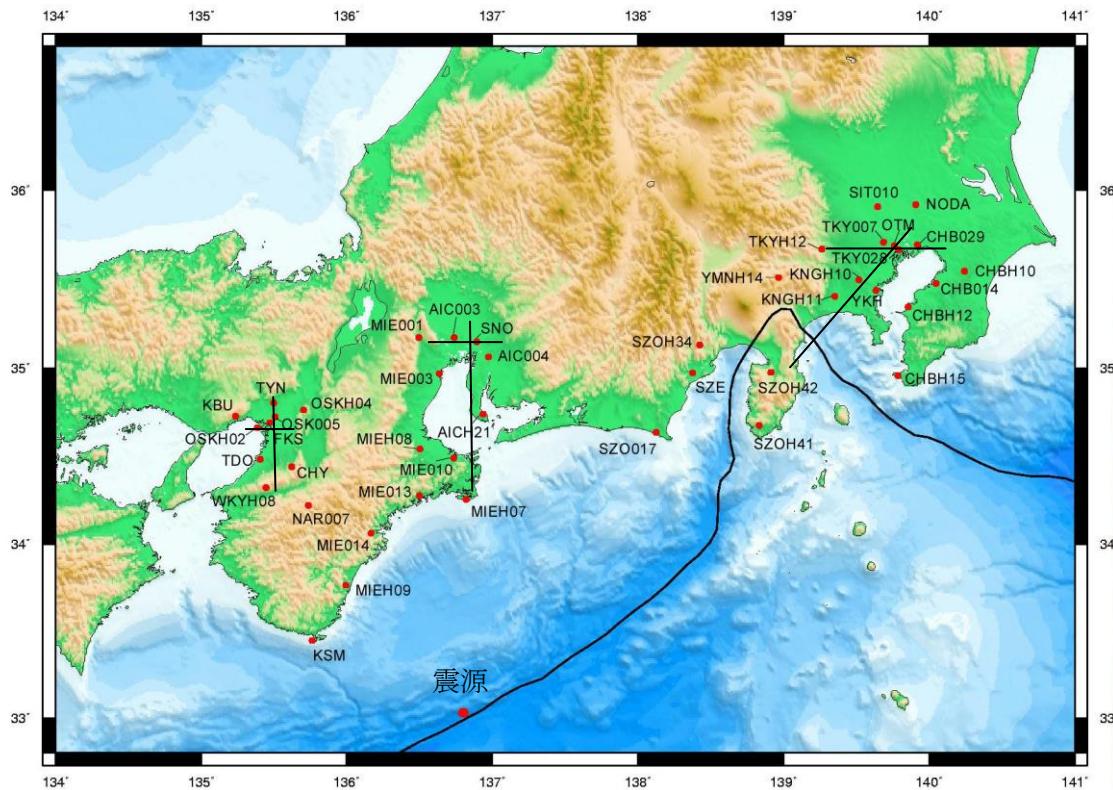


図4 出力地点

(a)関東平野

表 7 および図 5 に示す、平野内（14点）、伝播経路地点（6点）、A側線（24点）、B側線（15点）の点。

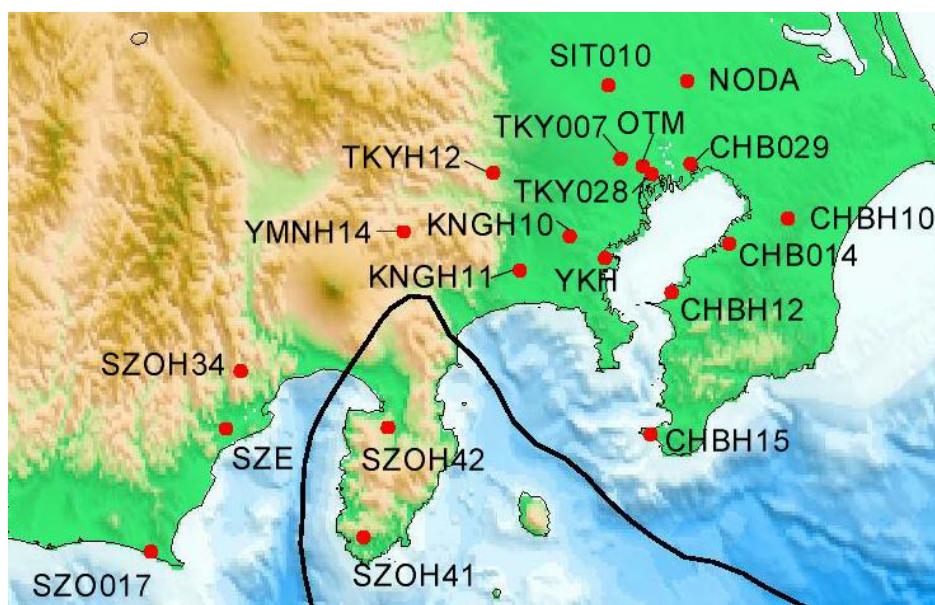
表 7 関東平野の出力点

(a) 平野内および伝播経路

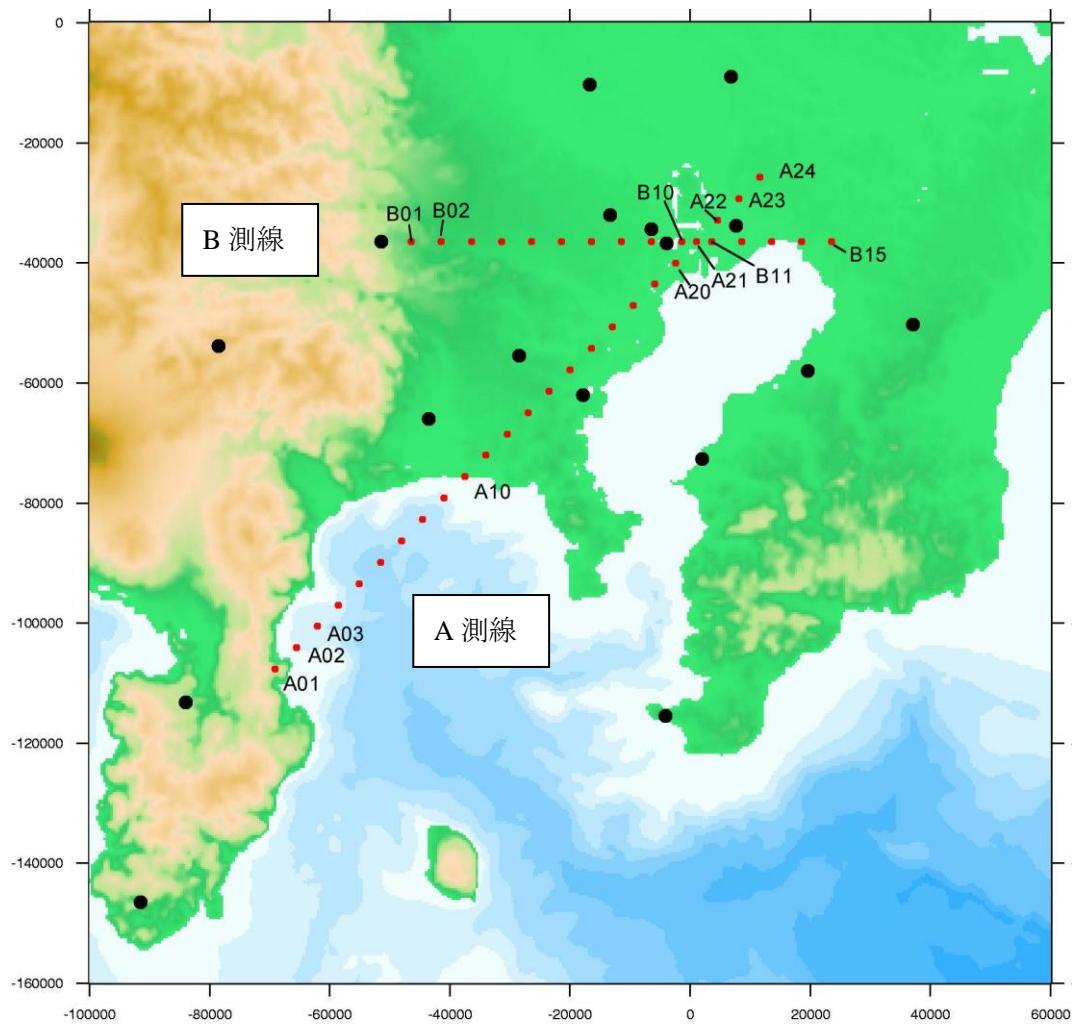
地名(観測機関) ()なしはK-NET, KiK-net	略号	東経 (度)		北緯 (度)		第9系	
		X(北)m	Y(東)m	X(北)m	Y(東)m	X(北)m	Y(東)m
関東平野	横浜	KNGH10	139.5195	35.4991	-55526	-28471	
	厚木	KNGH11	139.3539	35.4040	-66016	-43546	
	横浜(気象庁)	YKH	139.6361	35.4400	-62110	-17906	
	新宿	TKY007	139.6859	35.7107	-32086	-13340	
	大手町(気象庁)	OTM	139.7617	35.6897	-34424	-6483	
	八王子	TKYH12	139.2650	35.6701	-36452	-51451	
	大宮	SIT010	139.6481	35.9065	-10358	-16719	
	越中島	TKY028	139.7893	35.6685	-36777	-3986	
	野田(東京理科大)	NODA	139.9080	35.9187	-9017	6738	
	千葉	CHBH10	140.2417	35.5458	-50314	37026	
	富津	CHBH12	139.8554	35.3445	-72722	2006	
	館山西	CHBH15	139.7885	34.9591	-115475	-4094	
	姉崎	CHB014	140.0489	35.4769	-58013	19562	
	行徳	CHB029	139.9176	35.6947	-33868	7626	
関東への 伝播経路	都留南	YMNH14	138.9675	35.5115	-53851	-78538	
	南伊豆	SZOH41	138.8340	34.6749	-146546	-91579	
	浜岡	SZO017	138.1281	34.6374	-149838	-156344	
	修善寺	SZOH42	138.9128	34.9756	-113258	-84052	
	清水北	SZOH34	138.4243	35.1304	-95565	-128415	
	静岡営業所(大成)	SZE	138.3767	34.9725	-113020	-133010	

(b)A 側線およびB 側線

略号	第9系		略号	第9系	
	X(北)	Y(東)		X(北)	Y(東)
A24	-25764	11573	B01	-36452	-46451
A23	-29326	8065	B02	-36452	-41451
A22	-32889	4557	B03	-36452	-36451
A21	-36452	1049	B04	-36452	-31451
A20	-40015	-2459	B05	-36452	-26451
A19	-43578	-5967	B06	-36452	-21451
A18	-47140	-9475	B07	-36452	-16451
A17	-50703	-12983	B08	-36452	-11451
A16	-54266	-16491	B09	-36452	-6451
A15	-57829	-19999	B10	-36452	-1451
A14	-61392	-23507	B11	-36452	3549
A13	-64954	-27016	B12	-36452	8549
A12	-68517	-30524	B13	-36452	13549
A11	-72080	-34032	B14	-36452	18549
A10	-75643	-37540	B15	-36452	23549
A09	-79205	-41048			
A08	-82768	-44556			
A07	-86331	-48064			
A06	-89894	-51572			
A05	-93457	-55080			
A04	-97019	-58588			
A03	-100582	-62096			
A02	-104145	-65604			
A01	-107708	-69112			



(a)平野内および伝播経路



(b)A測線AおよびB測線

図5 関東平野の出力点

(b)濃尾平野

表 8 および図 6 に示す、平野内（6 点）、伝播経路地点（4 点）、A 側線（29 点）、B 側線（24 点）の点。（SNO と D14 は位置が重複しているが両方提出する）

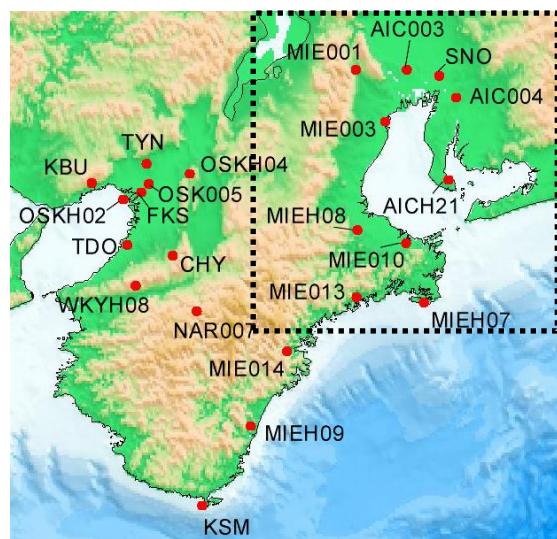
表 8 関東平野の出力点

(a) 平野内および伝播経路

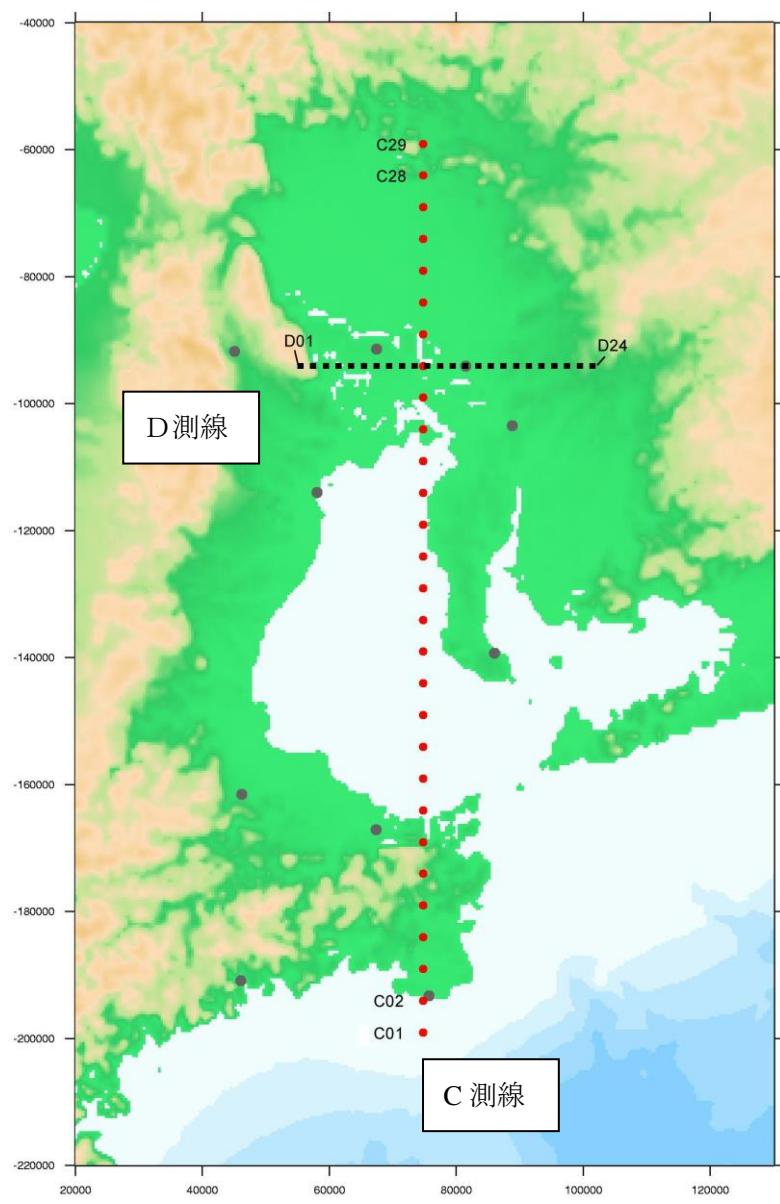
	地名(観測機関) ()なしはK-NET, KiK-net	略号	東経 (度)	北緯 (度)	第6系 X(北)m	Y(東)m
濃尾平野	津島	AIC003	136.7404	35.1732	-91474	67441
	名古屋	AIC004	136.9737	35.0632	-103494	88811
	松坂	MIEH08	136.5033	34.5424	-161583	46195
	藤原	MIE001	136.4943	35.1718	-91769	45025
	四日市	MIE003	136.6357	34.9704	-114038	58047
	山王(名古屋大)	SNO	136.8937	35.1485	-94100	81430
濃尾への 伝播経路	南島	MIE013	136.4996	34.2777	-190945	46000
	志摩	MIEH07	136.8216	34.2544	-193337	75670
	伊勢	MIE010	136.7334	34.4908	-167177	67357
	南知多	AICH21	136.9385	34.7401	-139368	85937

(b)C 側線およびD 側線

略号	第6系 X(北)	Y(東)	略号	第6系 X(北)	Y(東)
C29	-59100	74731	D01	-94100	55430
C28	-64100	74731	D02	-94100	57430
C27	-69100	74731	D03	-94100	59430
C26	-74100	74731	D04	-94100	61430
C25	-79100	74731	D05	-94100	63430
C24	-84100	74731	D06	-94100	65430
C23	-89100	74731	D07	-94100	67430
C22	-94100	74731	D08	-94100	69430
C21	-99100	74731	D09	-94100	71430
C20	-104100	74731	D10	-94100	73430
C19	-109100	74731	D11	-94100	75430
C18	-114100	74731	D12	-94100	77430
C17	-119100	74731	D13	-94100	79430
C16	-124100	74731	D14	-94100	81430
C15	-129100	74731	D15	-94100	83430
C14	-134100	74731	D16	-94100	85430
C13	-139100	74731	D17	-94100	87430
C12	-144100	74731	D18	-94100	89430
C11	-149100	74731	D19	-94100	91430
C10	-154100	74731	D20	-94100	93430
C09	-159100	74731	D21	-94100	95430
C08	-164100	74731	D22	-94100	97430
C07	-169100	74731	D23	-94100	99430
C06	-174100	74731	D24	-94100	101430
C05	-179100	74731			
C04	-184100	74731			
C03	-189100	74731			
C02	-194100	74731			
C01	-199100	74731			



(a) 平野内および伝播経路



(b) C 測線 A および D 測線

図 6 濃尾平野の出力点

(c) 大阪平野

表9および図7に示す、平野内（8点）、伝播経路地点（5点）、E側線（5点）、F側線（3点）の点。（FKSとE33、OSKH02とF06は重複しているが両方提出する）

表9 大阪平野の出力点

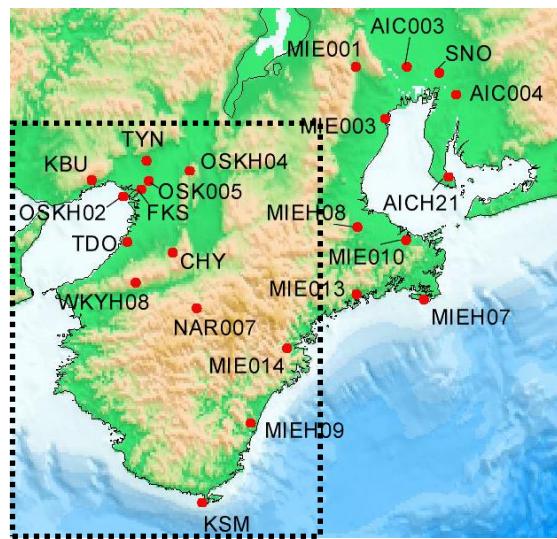
(a) 平野内および伝播経路

	地名(観測機関) ()なしはK-NET, KiK-net	略号	東経 (度)	北緯 (度)	第6系	
					X(北)m	Y(東)m
大阪平野	此花	OSKH02	135.3896	34.6628	-148174	-55945
	大阪	OSK005	135.5099	34.7255	-141279	-44885
	交野	OSKH04	135.7052	34.7630	-137189	-26986
	福島(関震協)	FKS	135.473	34.690	-145200	-48285
	豊中(関震協)	TYN	135.499	34.805	-132455	-45839
	忠岡(関震協)	TDO	135.406	34.484	-168016	-54558
	千里(関震協)	CHY	135.623	34.442	-172770	-34644
	神戸大(関震協)	KBU	135.238	34.728	-140846	-69785
大阪への 伝播経路	尾鷲	MIE014	136.1687	34.0638	-214770	15572
	大塔	NAR007	135.7369	34.2213	-197283	-24241
	那賀	WKYH08	135.4483	34.3228	-185918	-50770
	紀宝	MIEH09	135.9969	33.7644	-247989	-287
	串本町(気象庁)	WKYH04 KSM	135.7633	33.4483	-283021	-22006

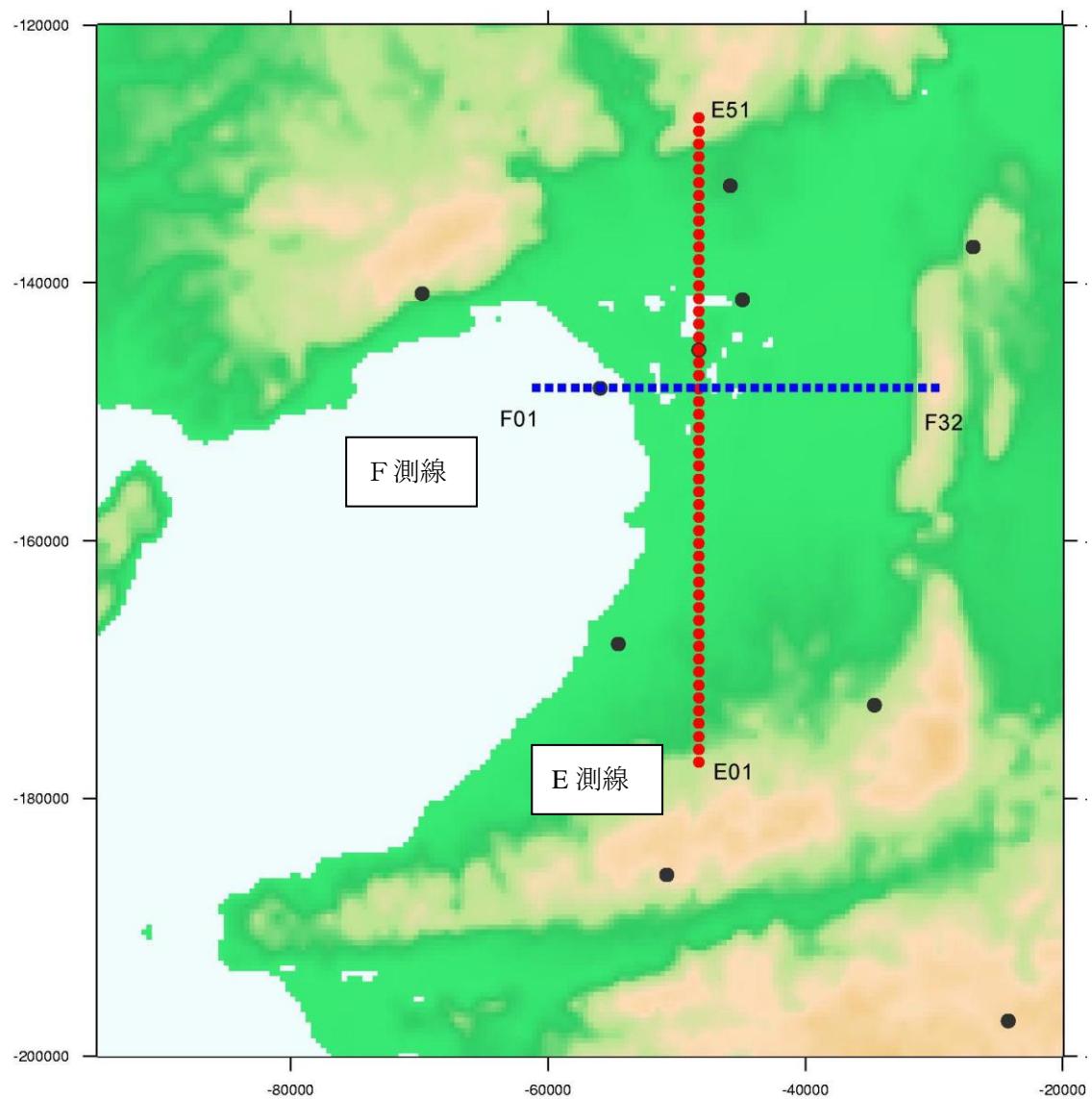
(b) E側線およびF側線

串本町略号  
(8/5A 修正)

略号	第6系 X(北)	Y(東)	略号	第6系 X(北)	Y(東)
E51	-127200	-48285	F01	-148174	-60945
E50	-128200	-48285	F02	-148174	-59945
E49	-129200	-48285	F03	-148174	-58945
E48	-130200	-48285	F04	-148174	-57945
E47	-131200	-48285	F05	-148174	-56945
E46	-132200	-48285	F06	-148174	-55945
E45	-133200	-48285	F07	-148174	-54945
E44	-134200	-48285	F08	-148174	-53945
E43	-135200	-48285	F09	-148174	-52945
E42	-136200	-48285	F10	-148174	-51945
E41	-137200	-48285	F11	-148174	-50945
E30	-138200	-48285	F12	-148174	-49945
E39	-139200	-48285	F13	-148174	-48945
E38	-140200	-48285	F14	-148174	-47945
E37	-141200	-48285	F15	-148174	-46945
E36	-142200	-48285	F16	-148174	-45945
E35	-143200	-48285	F17	-148174	-44945
E34	-144200	-48285	F18	-148174	-43945
E33	-145200	-48285	F19	-148174	-42945
E32	-146200	-48285	F20	-148174	-41945
E31	-147200	-48285	F21	-148174	-40945
E30	-148200	-48285	F22	-148174	-39945
E29	-149200	-48285	F23	-148174	-38945
E28	-150200	-48285	F24	-148174	-37945
E27	-151200	-48285	F25	-148174	-36945
E26	-152200	-48285	F26	-148174	-35945
E25	-153200	-48285	F27	-148174	-34945
E24	-154200	-48285	F28	-148174	-33945
E23	-155200	-48285	F29	-148174	-32945
E22	-156200	-48285	F30	-148174	-31945
E21	-157200	-48285	F31	-148174	-30945
E20	-158200	-48285	F32	-148174	-29945
E19	-159200	-48285			
E18	-160200	-48285			
E17	-161200	-48285			
E16	-162200	-48285			
E15	-163200	-48285			
E14	-164200	-48285			
E13	-165200	-48285			
E12	-166200	-48285			
E11	-167200	-48285			
E10	-168200	-48285			
E09	-169200	-48285			
E08	-170200	-48285			
E07	-171200	-48285			
E06	-172200	-48285			
E05	-173200	-48285			
E04	-174200	-48285			
E03	-175200	-48285			
E02	-176200	-48285			
E01	-177200	-48285			



(a) 平野内および伝播経路



(b) E測線AおよびF測線

図7 濃尾平野の出力点

## (5) グリッドサイズと有効振動数

関東平野は 0~0.25Hz(4 秒以上)、濃尾平野と大阪平野は 0~0.4Hz(2.5 秒以上)とする。

S 波 1 波長で 5 グリッド確保すると、各層の推奨グリッド間隔は表 10 のようになる。

水平方向はこれに従うようにする。鉛直方向については、鉛直可変のプログラムは変えて良い。(有効振動数を満たす限り)

表 10 推奨グリッド間隔

(a) 4 秒以上

層序列	S 波速度 (m/s)	格子間隔 (m)	有効振動数 (Hz)	有効周期 (s)
付加体	1	500	400	0.25
	2	500	400	0.25
	3	600	400	0.30
	4	700	400	0.35
	5	800	400	0.40
	6	900	400	0.45
	7	1000	800	0.25
	8	1300	800	0.33
	9	1500	800	0.38
	10	1700	800	0.43
	11	2000	1600	0.25
	12	2400	1600	0.30
地震基盤(近畿圏)	13	2900	1600	0.36
地震基盤 上部地殻	14	3200	1600	0.40
上部地殻	15	3400	1600	0.43
下部地殻	16	3800	1600	0.48
マントル	17	4500	3200	0.28
海洋性地殻第2層(フィリピン海プレート)	18	2900	1600	0.36
海洋性地殻第3層(フィリピン海プレート)	19	4000	3200	0.25
海洋性マントル(フィリピン海プレート)	20	4700	3200	0.29
海洋性地殻第2層(太平洋プレート)	21	2800	1600	0.35
海洋性地殻第3層(太平洋プレート)	22	3500	1600	0.44
海洋性マントル(太平洋プレート)	23	4600	3200	0.29

(b) 2.5 秒以上

層序列	S 波速度 (m/s)	格子間隔 (m)	有効振動数 (Hz)	有効周期 (s)
付加体	1	500	250	0.40
	2	500	250	0.40
	3	600	250	0.48
	4	700	250	0.56
	5	800	250	0.64
	6	900	250	0.72
	7	1000	500	0.40
	8	1300	500	0.52
	9	1500	500	0.60
	10	1700	500	0.68
	11	2000	1000	0.40
	12	2400	1000	0.48
地震基盤(近畿圏)	13	2900	1000	0.58
地震基盤 上部地殻	14	3200	1000	0.64
上部地殻	15	3400	1000	0.68
下部地殻	16	3800	1000	0.76
マントル	17	4500	2000	0.45
海洋性地殻第2層(フィリピン海プレート)	18	2900	1000	0.58
海洋性地殻第3層(フィリピン海プレート)	19	4000	2000	0.40
海洋性マントル(フィリピン海プレート)	20	4700	2000	0.47
海洋性地殻第2層(太平洋プレート)	21	2800	1000	0.56
海洋性地殻第3層(太平洋プレート)	22	3500	1000	0.70
海洋性マントル(太平洋プレート)	23	4600	2000	0.46

## (6) 境界処理

側面および底面に無反射境界および吸収ゾーンを設ける。

## (7) 結果のフィルター処理

計算者は、原則としてローパスフィルターをかける前の原波形を提出する。但し、発散等による基線の傾きなどは除去しておく。また 0.5Hz 以上の高振動数のハイカット処理は可能とする。波形処理をした場合、補足説明に内容を記述すること。

注：提出された結果は、図 8 に示す 0.25Hz(東京・濃尾) または 0.4Hz(大阪) のローパスフィルターにかける予定である。

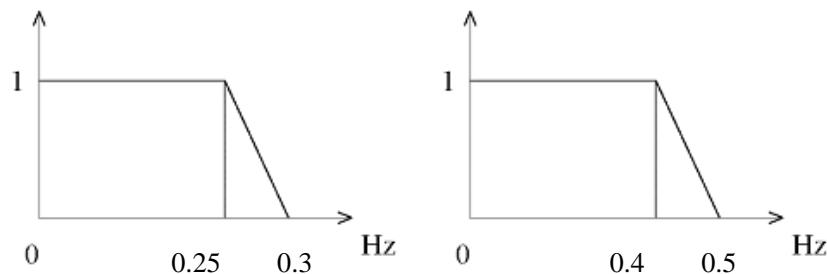


図 8 ローパスフィルター

## 資料1 GMTによる地層境界データの補間方法

### 1. 配布データより層境界データを取り出す

表1 フォーマットのデータを作る。GMTは水平座標が+東、+北の順であることに注意。

表1 GMT用層データのフォーマット

第6系Y座標(+東m)、第6系X座標(+北m)、標高(+上m)
---------------------------------

- ・大阪平野・濃尾平野用

層構造抽出プログラム `read_Wjapan_6kei.f` を配布する。`Wjapan2009and2012_6kei.dat` より第1層～第23層の層境界データ（上面標高）を作成する。`dep01～dep23` ができる。

配布サイト <http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Open/Benchmark/Suihon/hokan>

- ・関東平野は `read_wjapan_9kei.f`

表2 結果の例 dep13(近畿圏地震基盤)

-177180	-375545	-6259.87
-176007	-375565	-6183.15
-174833	-375586	-6093.90
-173660	-375606	-5995.62
447110	210964	-865.44
448212	211024	-910.17
449314	211084	-935.97

### 2. GMTにより層境界データを任意の範囲・間隔で補間する

`surface` コマンドを用いる。張力 `T=0` とする。この補間方法は、任意の水平位置に分布する散布データ（X, Y, Z座標）を与え、散布点を通る幕を張ることにより点がない場所のZ値を補間する方法で、張力により結果が変わる。

表3に実行ファイル(hokan01.dat)の例を示す。表2の `dep13` を補間した例を示す。第6系  $Y = -150,000 \sim 100,000\text{m}$ 、 $X = -350,000 \sim -100,000\text{m}$  の範囲で  $400\text{m}$  格子間隔で補間。

表3 hokan01.bat

```
psbasemap -Jx0.00005 -R-150000./100000./-350000./-100000. -Ba100000.f100000. -X5.0
-Y7.0 -P -K > fig001.ps
surface dep13 -Gtmp1 -R -I400./400. -T0.0
grd2xyz tmp1 -R > dep13.xyz
grdimage tmp1 -Jx -R -Cglobe.cpt -P -O -K >> fig001.ps
grdcontour tmp1 -Jx -R -C1000. -L-100000./0. -A1000. -O -K >> fig001.ps
psxy shingen_6kei -Jx -Sc0.15 -G255/0/0 -R -P -V -O >> fig001.ps
```

1行目：`psbasemap`。-Rで第6系  $Y = -150,000 \sim 100,000\text{m}$ 、 $X = -350,000 \sim -100,000\text{m}$  の範囲

を指定。

2 行目 : surface。散布データファイル dep13 を指定し、-I で 400m グリッドを指定する。-T0.0 で張力ゼロとする。

3 行目 : grd2xyz でバイナリーファイル (tmp1) をアスキーファイル dep13.xyz (表 4) に変換。

(以下描画コマンドで任意)

4 行目 : gridimage。カラーマップを作るコマンド。

5 行目 : grdcountour はコンター図作るコマンド

6 行目 : psxy は震源をプロット。

表 4 補間結果 dep13.xyz

-150000	-100000	-100.784
-149600	-100000	-100.377
-149200	-100000	-99.9367
99200	-350000	0.000184383
99600	-350000	5.88603e-005
100000	-350000	0.000310004

図 1 に補間結果のカラーマップ (fig001.ps) を示す。

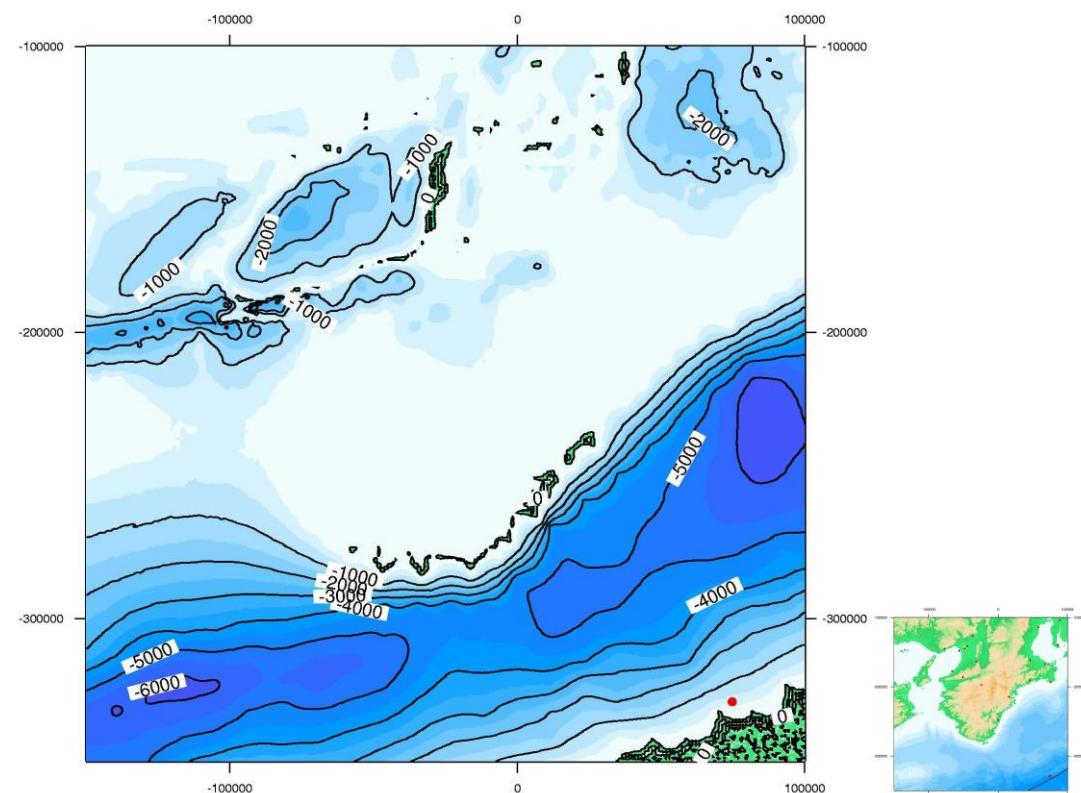


図 1 補間した dep13.xyz