震度分布の検討状況について

1 第4次地震被害想定における対象地震

第4次地震被害想定では、駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震と相模トラフ沿いで発生する地震のそれぞれについて、レベル1(発生頻度が比較的高く、発生すれば大きな被害をもたらす地震)とレベル2(発生頻度は極めて低いが、発生すれば甚大な被害をもたらす、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震)の地震の震度分布を推計することとしている。

駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震については、レベル1の地震として東海・東南海・南海地震(1707年宝永地震、1854年安政東海地震、想定東海地震)、レベル2の地震として南海トラフ巨大地震を想定対象地震としている。

これまでレベル1の地震の検討は、中央防災会議(2003)の東海・東南海・南海地震の3連動地震の強震断層モデルを用いてきたが、この強震断層モデルについては、国による見直しが報道されている。

駿河トラフ・南海トラフ沿いのレベル1とレベル2の地震では、地震の規模や地震動の継続時間は 異なるものの、本界に大きな影響を及ぼす震源域は共通しており、地震動の強さについては本質的に 同じと考えられる。そのため、本想定のレベル1の地震の検討は、中央防災会議(2003)モデルの見 直しがなされるまで、内閣府(2012)の南海トラフ巨大地震の4つのケース(基本ケース、陸側ケース、 東側ケース、西側ケース)のうち、中央防災会議の東海地震、東南海・南海地震の検討結果を参考に 強震動生成域が設定されているとされる基本ケースにより行うものとする。(図1)。

今後、中央防災会議(2003)モデルの見直し結果が公表された場合には、公表内容を確認し、別途 レベル1の地震動としての震度分布を検討する。

区分	レベル 1 の地震	レベル2の地震
駿河トラフ・	東海・東南海・南海地震	南海トラフ巨大地震
南海トラフ沿いで発	(1707 年宝永地震、1854 年安政東海	(内閣府(2012)モデル)
生する地震	地震、想定東海地震)	
	(中央防災会議(2003)モデル)	
相模トラフ沿いで発	1923 年大正型関東地震	1703 年元禄型関東地震
生する地震		

区分	レベル1の地震	レベル2の地震
駿河トラフ・	東海・東南海・南海地震	南海トラフ巨大地震
南海トラフ沿いで発	(1707 年宝永地震、1854 年安政東海	(内閣府(2012)の基本ケース、陸側ケ
生する地震	地震、想定東海地震)	ース、東側ケース)
	(内閣府(2012)南海トラフ巨大地震の	
	基本ケース)	
相模トラフ沿いで発	1923 年大正型関東地震	1703 年元禄型関東地震
生する地震		

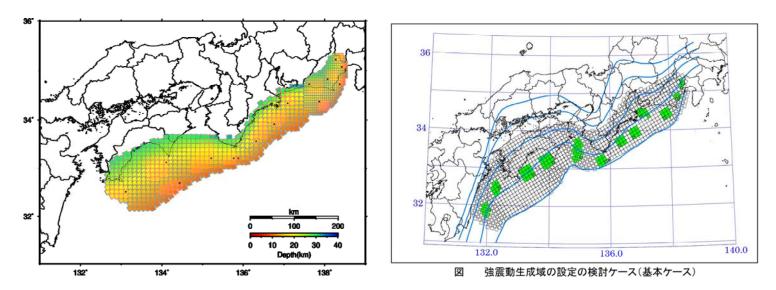
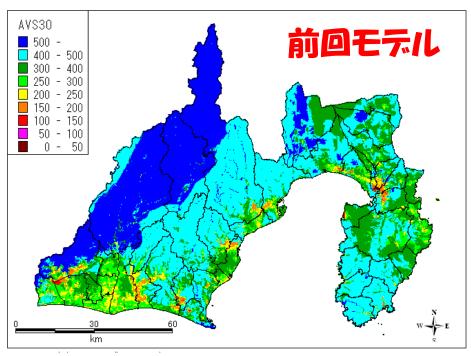


図1 東海+東南海+南海地震の3連動地震と南海トラフ巨大地震(基本ケース)の震源断層モデル (左:3連動地震、右:南海トラフ巨大地震)

2 地盤モデルの修正

地盤モデルについては、内閣府(2012)の地盤モデルを基にボーリングデータの追加や地盤調査結果の 反映等により詳細化を図った静岡県版の地盤モデルの構築を行っている。前回の分科会以降、谷埋堆積 物に代表されていた一部の丘陵部の見直し、山地部における風化部の見直しを行い、モデルの修正を行っている(図 2)。



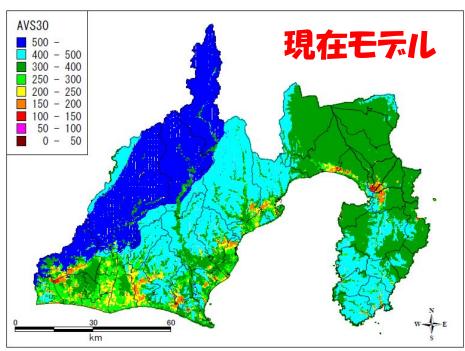


図 2 前回分科会(3月15日時点)と現在の地盤モデル(AVS30)の比較 (上:前回(3月15日時点)モデル、下:現在モデル)

3 震度分布の検討

(1) 駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震

内閣府(2012)による南海トラフ巨大地震の各ケース(図3)について、修正後の地盤モデルを用いて 震度分布の再計算(線形計算及び非線形計算)を行った。

震度分布図(図 4-1~図 4-4)を見ると、県内の震度分布は各ケースの強震動生成域の配置で大きく変わることがわかる。

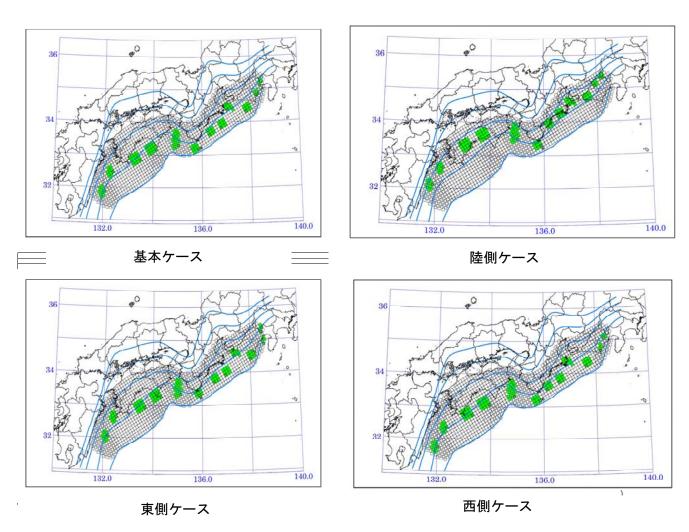
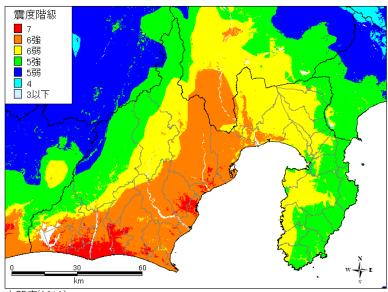
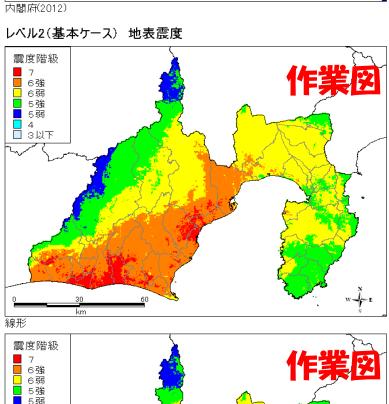


図3 南海トラフ巨大地震の強震断層モデル(内閣府(2012))

レベル2(基本ケース) 地表震度





■ 7 ■ 6 ■ 5 ■ 5 ■ 4 ■ 3 ■ 7

非線形

図 4-1 南海トラフ巨大地震の想定震度分布図(基本ケース:作業図)

上:内閣府(2012)公表資料 中:線形計算によるもの 下:非線形計算によるもの

レベル2(陸側ケース) 地表震度

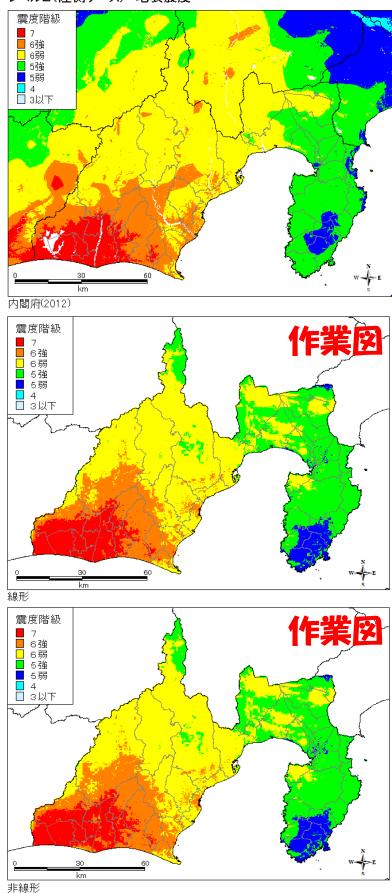


図 4-2 南海トラフ巨大地震の想定震度分布図(陸側ケース:作業図)

上:内閣府(2012)公表資料 中:線形計算によるもの 下:非線形計算によるもの

レベル2(東側ケース) 地表震度

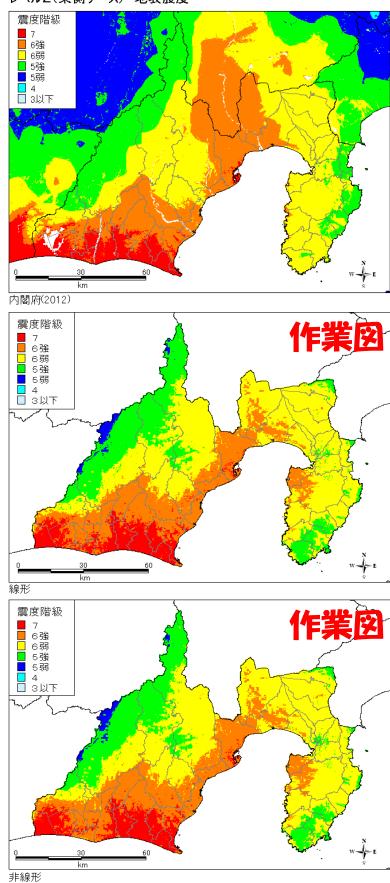


図 4-3 南海トラフ巨大地震の想定震度分布図(東側ケース:作業図) 上:内閣府(2012)公表資料 中:線形計算によるもの 下:非線形計算によるもの

- 7 -

レベル2(西側ケース) 地表震度

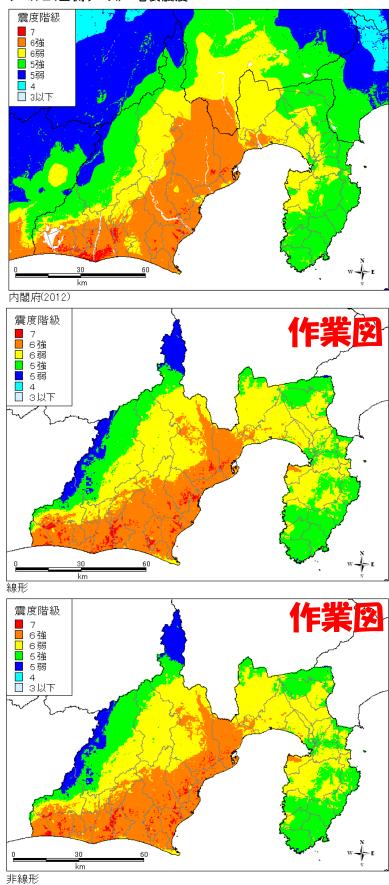


図 4-4 南海トラフ巨大地震の想定震度分布図(西側ケース:作業図)

上:内閣府(2012)公表資料 中:線形計算によるもの 下:非線形計算によるもの

<補足資料:応答計算方法の相違による影響>

上記の線形計算と非線形計算結果による地表計測震度の値の差分を図5に示す。天竜川、狩野川などの流域の沖積低地では、非線形計算結果が線形計算結果をやや下回っている(最大で震度差-0.9)が、顕著な相違はない。そこで、人的・物的被害等に用いる震度分布については、より地盤の非線形性を反映していて、施設の耐震性評価等にも有効とされる非線形計算による震度分布を用いることとする。

レベル2(基本ケース) 震度差(非線形-線形)

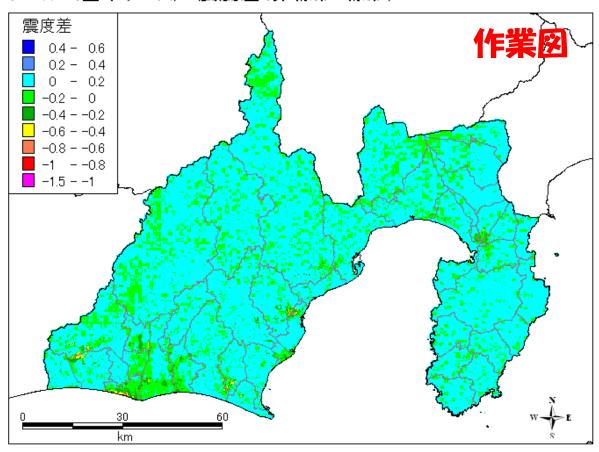


図 5 応答計算方法の相違による震度差の分布(非線形-線形/基本ケース)

(2) 相模トラフ沿いで発生する地震

相模トラフ沿いで発生する地震として、静岡県内での地震動による被害が大きい元禄型関東地震(M w8.2) と大正型関東地震(Mw8.1) に相当する震源の断層モデルを設定する。

これらの相当する既往の震源モデルとして、最新の知見を反映している行谷ほか(2011)のモデル、 神奈川県や東京都の被害想定調査で採用されている強震断層モデルについて検討した。

1) レベル1の地震(大正型関東地震)

神奈川県(2009)の被害想定調査では、Sato et al (2005)によるインバージョン結果(図 6)を基に震源 モデルを構築している(図7)。

オリジナルの神奈川県(2009)モデルを用いた地震動の計算結果では、静岡県で予測される揺れは、諸 井・武村(2002)(図8)の推定震度分布に比べてやや小さめであった(前回分科会にて報告)。そこで、 今回、神奈川県(2009)モデルのMwを 8.0 に大きくしたモデルを作成した。このモデルによる静岡県で 予測される揺れは、神奈川県(2009)モデルによるものより諸井・武村(2002)の推定震度分布に近いも のとなっている。よって、このモデルを大正型関東地震の震源モデル(表1、図9)とする。

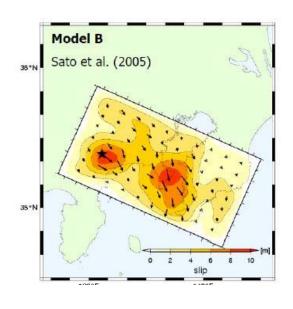
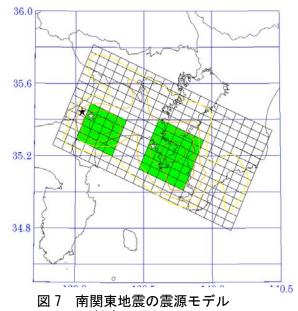


図 6 Sato et al. (2005)による 1923 年大正関東地震の震源 インバージョン結果



(神奈川県(2009))

\widehat{L}	
対変後のモデ ル	
右:静岡県による改変後のモデル〉	
在	
いつメータ(左:神奈川県(2009)モデル、	+ 11
.震の震源断層/	1
1 大正型関東地	C †
表	

数值 備考	34.7861	140.1360	3.76 Sato et al.(2005)	294	16	143 Sato et al.(2005)のすべり分布から平均して求めた値	130	70 Kanamon(1971)	9100 S=LW	4.61 D=M ₀ /μ/S	1.26E+21 logM ₀ =1.5M _w +9.1 [Kanamori(1977)]	8.00	6.0 鶴久・他(1997)、兵庫県南部地震の解析値	3.7 笠原(1985)	2.9 Ludwig et al.(1970)	3.00E+10 Sato et al.(2005)	3.5 $\Delta_{G=7\pi^{1.5}/16} \times M_0/S^{1.5}$	2.6 Sato et al.(2005)	4.97E+20 $M_{0a} = \mu D_a S_a$	1787.5 Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値	9.27 $D_a=2.01D$ [Somerville(1999)]	3.47E+20 $M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{-1.5}/\Sigma S_{ai}^{-1.5}$	1137.5 Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値	$10.17 D_{a1} = M_{0a1} / \mu / S_{a1}$	22.0 $\Delta \sigma_{a1} = 7\pi^{1.5} / 16 \times M_{0a1} / S_{a1}^{1.5}$	6.73 $T_{ra1} = \alpha W_{a1} / V_r \alpha = 0.5$	1.50E+20 $M_{0a2}=M_{0a}S_{a2}^{-1.5}/\Sigma S_{ai}^{-1.5}$	650 Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値	7.69 $D_{a2}=M_{0a2}/\mu/S_{a2}$	22.0 $\Delta \sigma_{a2} = 7\pi^{1.5} / 16 \times M_{0a2} / S_{a2}^{1.5}$	4.81 $T_{ra2} = aW_{a2}/Vr \alpha = 0.5$	7.62E+20 $M_{0b}=M_0-M_{0a}$	7312.5 S _b =S-S _a	3.47 $D_b=M_{0b}/\mu/S_b$	3.0 $\Delta_{G_b} = 7\pi^{1.5}/16 \times M_{0b}/S_b^{1.5}$	
項目	緯度(゜)	経度(゜)	上端浴さ(km)	走向的(゜)	傾斜角8(゜)	すべり角ス(゚)	長さL(km)	home (km)	面積S(km²)	平均すべり量D(m)	地震モーメントM ₀ (Nm)	モーメントマグニチュードMw	高周波遮断周波数f _{max} (Hz)	S波速度Vs(km/s)	平均密度 p(g/cm³)	剛性率µ(N/m²)	平均応力降下量∆ơ(MPa)	破壊伝播速度V _r (km/s)		ティー ※面積S _a (km²)		地震モーメントM _{0a1} (Nm)	ス 総面積S ₃₁ (km ²)	ベ第 すべり量D _{a1} (m)	テ 応力降下量∆σ _{a1} (MPa)	イズタイムT _{ra1} (s)	地震モーメントM _{0a2} (Nm)	ス 総面積S _{a2} (km²)	ペ第 リ2 リ2	テ 応力降下量∆σ _{a2} (MPa)	7 ライズタイムT _{ra2} (s)	地震モーメントM _{0b} (Nm)	背 総面積S _b (km²)	景 すべり量D _b (m)	域 応力降下量∆ഗ₀(MPa)	一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・一・
備考			Sato et al.(2005)			Sato et al.(2005)のすべり分布から平均して求めた値	\r + 0 + / //	- Kanamon(1971)	S=LW	D=M ₀ /μ/S	Sato et al.(2005)	$logM_0=1.5M_W+9.1$ [Kanamori(1977)]	鶴久・他(1997)、兵庫県南部地震の解析値	笠原(1985)	Ludwig et al.(1970)	Sato et al.(2005)	$\Delta \sigma = 7\pi^{1.5}/16 \times M_0/S^{1.5}$	Sato et al.(2005)	$M_{0a} = \mu D_a S_a$	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値	D _a =2.01D [Somerville(1999)]	$M_{0a_1} = M_{0a} S_{a_1}^{1.5} / \sum S_{a_1}^{1.5}$	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値	$D_{a1}=M_{0a1}/\mu/S_{a1}$	$\Delta_{\sigma_{a1}} = 7\pi^{1.5}/16 \times M_{0a_1}/S_{a_1}^{1.5}$	$T_{r_01} = \alpha W_{a1} / V_r \ \alpha = 0.25 \sim 0.6 [片岡(2003)] より\alpha = 0.25とした$	$M_{0a_2} = M_{0a} S_{a_2}^{1.5} / \Sigma S_{a_1}^{1.5}$	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値	$D_{a2}=M_{0a2}/\mu/S_{a2}$	$\Delta_{\sigma_{a2}} = 7\pi^{1.5}/16 \times M_{0a_2}/S_{a_2}^{1.5}$	$T_{r_2}=aW_{a^2}/Vr$ α =0.25 \sim 0.6[片岡(2003)]より α =0.25とした	$M_{ob}=M_0-M_{0a}$	S=S-S	$D_b=M_{0b}/\mu/S_b$	$\Delta \sigma_b = 7\pi^{1.5}/16 \times M_{0b}/S_b^{1.5}$	エー・W / / /0 05 - 0 05 中国/00007 トローの 05 レニナ
数値	34.7861	140.1360	3.76	294	16	143	130	70	9100	3.64	9.94E+20	7.93	0.9	3.7	2.9	3.00E+10	2.8	2.6	3.92E+20	1787.5	7.32	2.74E+20	1137.5	8.03	17.4	3.37	1.18E+20	650	6.07	17.4	2.40	6.01E+20	7312.5	2.74	2.3	0
項目)	経度(゜)	上端深さ(km)	走向的(。)	傾斜角8(°)	すべり角ス、゚)	長さL(km)	· 一型M(km)	面積S(km²)	平均すべり量D(m)	地震モーメントM ₀ (Nm)	モーメントマグニチュードMw	高周波遮断周波数f _{max} (Hz)	S波速度Vs(km/s)	平均密度p(g/cm³)	剛性率µ(N/m²)	平均応力降下量∆ơ(MPa)	破壊伝播速度V _(km/s)	全 地震モーメントM _{0a} (Nm)	総面積S _a (km²)	平均すべり量D _a (m)	地震モーメントM _{0a1} (Nm)	総面積S _{a1} (km²)	すべり量D _{a1} (m)	応力降下量∆ _{Ga1} (MPa)	ライズタイムT _{ra1} (s)	地震モーメントM _{0a2} (Nm)	総面積S ₂₂ (km²)	すべり量D _{a2} (m)	応力降下量∆G _{a2} (MPa)	ライズタイムT _{ra2} (s)	地震モーメントM _{0b} (Nm)	総面積S _b (km²)	すべり量D _b (m)	応力降下量∆o _b (MPa)	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

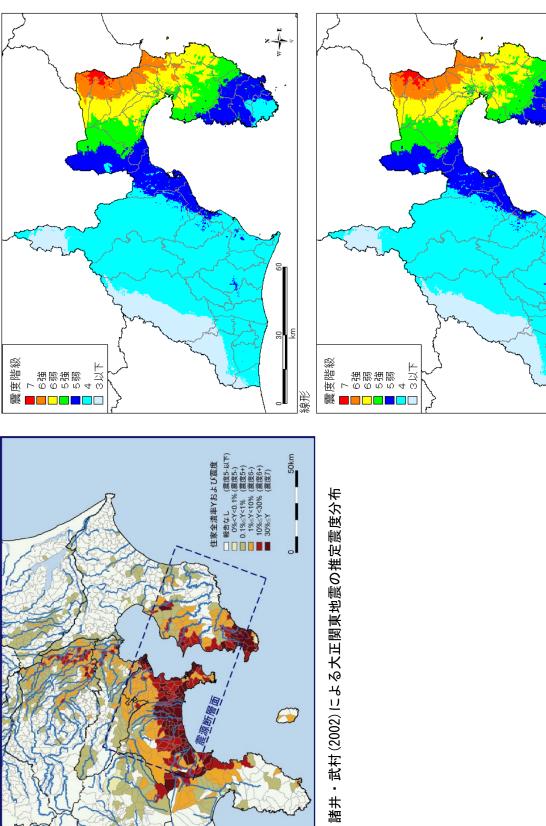


図9 大正型関東地震の推定震度分布(作業図) (上:線形計算 下:非線形計算)

∞ ⊠

←

2) レベル2の地震(元禄型関東地震)

元禄型関東地震については、その震度分布の情報の精度が期待できないこと、今までに得られているデータでは、震度分布が大正地震と類似していることなどから、東京都(2012)では大正地震の震源モデルを基にしている。東京都(2012)モデルでは、元禄地震に関する最近の研究成果である行谷ほか(2011)によるすべり量分布モデルを参照して、神奈川県(2009)と同様にSato et al(2005)によるインバージョン結果(図 6)を基に震源モデルを構築している。このモデルでは、大正地震モデルでは背景領域であった房総半島南部にアスペリティを追加している(行谷ほか(2011)において、房総地域におけるすべり量が8m以上と解析されている小断層をアスペリティと解釈)(図 10)。

今回、東京都 (2012) モデルから 房総半島東方沖のアスペリティを除いたもの(Mw8.05 $\stackrel{1}{\approx} 8.1$)を元禄関東地震相当の震源モデルとする(表 2、図 11)。

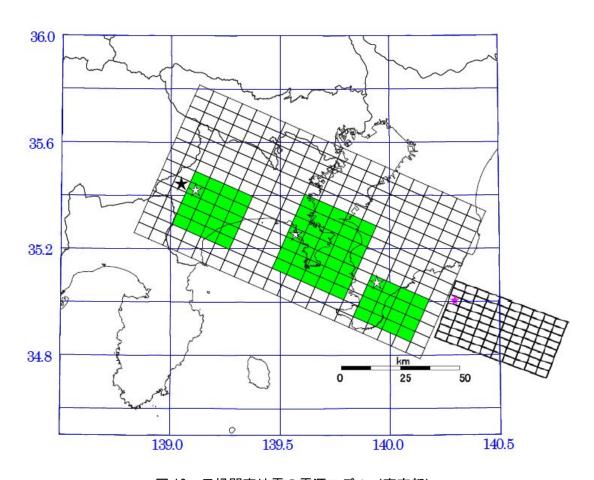
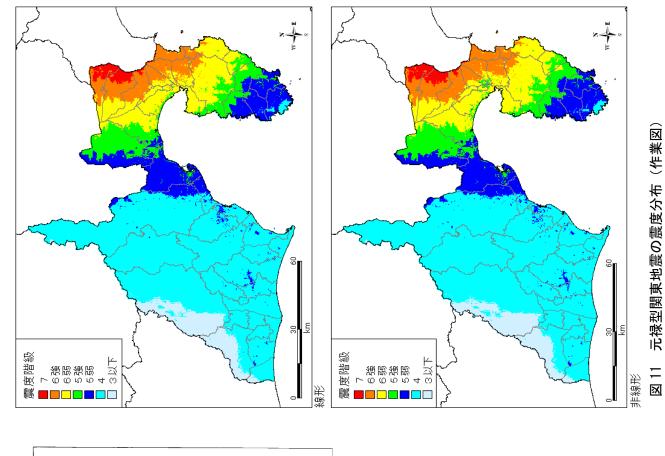


図 10 元禄関東地震の震源モデル(東京都)

元禄型関東地震の震源断層パラメータ(左:東京都(2012)モデル、右:静岡県による改変後のモデル) 表 2

日暦	教信	本準
()極難	34.7861	
整備(*)	140.1360	
	ï	
(www) 形版製出	3.76 , 1.3	Sato et al(2005), 行夺(禁办(2011)
是自8(*)	290	
an (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	18 45	
		Cote of alconstitute 人口の仕入れた。
するり重えて、)	143 , 125	1980 of all 2001)
展さ! (km)	130,50	
編W(km)	70.30	-Kanamori(1971)、 (14年) (1971)
	0000	
图(km.)	10000	N=CM
中心すべい(mD(m)	6.67	D=M _b /µ/S
FM ₀ (Nm)	2.12E+21	
モーメントマグニチュードM	000	losM=15M.+91 [Kanamori(1977)]
(4日) 非特殊国监佛然国例	09	着ひ、年(1001) F 田田相当寺町と8 片谷
AND SALES AND THE SALES AND TH		MACHENICAL PARTY THE BOARD CONTROLLER
斑過速Vs(km/s)	3.7	至頃(1985)
平均密度p(g/cm³)	2.9	Ludwig et al.(1970)
置在Hu(N/m²)	3.00E+10	Sato et al (2005)
平均成力降下量Ac(MPa)	4.9	A-=7-15/16 × M./e15
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		2 0000000000000000000000000000000000000
ATTEMPT V, Km/s)	2.5	Sato et al(2005)
K	7.65E+20	More pD, S,
イス。 総目識S (km²)	2307.5	Sato et al(2005)のすくりかキャリ米のた雷
170	11.04	D = 2 01D (Semanalla/1999)]
_		1/2001 Jama Jama Jama Jama Jama Jama Jama Jam
_	4.39E+20	Mos1=MosSs1 =/ ESs1
	1137.5	Sato et al(2005)のすくり少者より状めた歯
ス解 ナスリ軸ロ。(m)	12.87	D ₁ =M ₀₁ /µ/S ₁
子 成力隆下量∆5(MPa)	27.9	Δσ.,=7a,18/16×M _a .,/S.,18
-X TAX (, T (c)	R 73	T ==W /V <=0.95~0.6[中間(2003)]ナリーの4万 ナ
	-	Moss=Mosson / 20ss
ス 総国猫S ₂₂ (km²)	650	くり分布より来めた
リ2 すべり量D ₍₂ (m)	9.73	D ₄₂ =M ₀₄₂ /µ/S ₄₂
成力降下量Ac ₂₂ (MPa)	27.9	542.15
ライズタイノ		. 2
地震モーメントM _{ex} (Nm)	1.36E+20	M _{[es} =M _{es} S _{2,} 15/2S ₈ , 15
新田湖	1	かおより来めた値
大部 十人以事(J.m.)	İ	D. =M/ w/S
		A = 7 15/10 V M / C 15
-17971T	100	10 At 1-0
	6.20F+20	Taylor of the country
2 お田様の 小小	1500	作のである。
-	000	100 100
	7	-10
10.71時ト国立	26.0	Ga4-/E / 10
	5.17	Tat=aWat/Vr α=0.25~0.6[片間(2003)]よりα=0.5とした
	7.35E+20	$M_{Ce} = M_0 - M_{De}$
	6792.5	"S-S="S"
かくり書ひ _b (m)	3.61	D _b =M _{0b} /µ/S _b
城 成力降下量Ac _b (MPa)	3.2	\$1.50

	項目	数值	備赤
緯度(。)	34.7861	
経度(゚)	140.1360	
上端深み(km)	ф(km)	3.76	Sato et al.(2005)
走向6(゜)	(294	
傾斜角8(°	8(°)	16	
すべり角 $\lambda(^\circ$	角λ(゜)	143	Sato et al.(2005)のすべり分布から平均して求めた値
長さL(km)	m)	130	, tros.
個W(km)	(1	07	Kanamori(1971)
画績S(km²)	km²)	9100	NT=S
中均中	平均すべり量D(m)	5.49	D=M ₀ /µ/S
地震モ	地震モーメントM ₍ (Nm)	1.50E+21	Sato et al.(2005)
オーガング	モーメントマグニチュードMw	8.1	logM ₀ =1.5M _W +9.1 [Kanamoni(1977)]
高周波	高周波遮断周波数f _{max} (Hz)	0.9	鶴久・他(1997)、兵庫県南部地震の解析値
S波速度	S波速度Vs(km/s)	3.7	笠原(1985)
中芍密	平均密度p(g/cm³)	2.9	Ludwig et al.(1970)
剛性率	剛性率µ(N/m²)	3.00E+10	Sato et al.(2005)
平均所	平均応力降下量Δσ(MPa)	4.2	$\Delta_G = 7\pi^{1.5}/16 \times M_0/S^{1.5}$
破壞伝	破壞伝播速度V _r (km/s)	2.6	Sato et al.(2005)
	地震モーメントM _{0a} (Nm)	7.65E+20	M_{0a} = $\mu D_a S_a$
・ナ、アス	総面積S _a (km²)	2307.5	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
	平均すべり量D』(m)	11.04	D _a =2.01D [Somerville(1999)]
4	地震モーメントM _{0a1} (Nm)	4.39E+20	$M_{Q_BI} = M_{Q_BS_{BI}}^{1.5}/\SigmaS_{Bi}^{1.5}$
, Κ	総面積Sa1(km²)	1137.5	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
ポー	すべり量Da1(m)	12.87	$D_{a1} = M_{0a1} / \mu / S_{a1}$
下,	応力降下量∆ơa₁(MPa)	27.9	$\Delta\sigma_{a1} = 7\pi^{1.5}/16 \times M_{0a1}/S_{a1}^{1.5}$
7	ライズタイムT _{ra1} (s)	6.73	$T_{rs^1} = \!$
4	地震モーメントM _{0a2} (Nm)	1.90E+20	$M_{0_02} = M_{0_0} S_{a2}^{1.5} / \sum S_{ai}^{1.5}$
· Κ	総面積S _{a2} (km²)	650	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
パーパー2	すべり量D _{a2} (m)	9.73	$D_{a2} = M_{0a2} / \mu / S_{a2}$
トソ	応力降下量∆ơ₃₂(MPa)	27.9	$\Delta\sigma_{a2} = 7\pi^{1.5}/16 \times M_{0a2}/S_{a2}^{-1.5}$
7	ライズタイムT _{ra2} (s)	4.81	T _{rs} =aW _{s2} /Vr α=0.25~0.6[片岡(2003)]よりα=0.5とした
4	地震モーメントM _{0a2} (Nm)	1.36E+20	$M_{G_{0}2} \!\!=\!\! M_{G_{0}} S_{a2}^{1.5} / \Sigma S_{ai}^{1.5}$
, Κ.	総面積S _{a2} (km²)	520	Sato et al.(2005)のすべり分布より求めた値
ペリ	すべり量D _{s2} (m)	8.70	$D_{a2} = M_{0a2}/\mu / S_{a2}$
ŀ,	応力降下量∆ơ _{a2} (MPa)	27.9	$\Delta\sigma_{a2} = 7\pi^{1.5}/16 \times M_{0a2}/S_{a2}^{1.5}$
,	ライズタイムT _{ra2} (s)	3.85	T_{rs_2} =a W_{s_2}/Vr α =0.25 \sim 0.6[片岡(2003)]より α =0.5とした
	地震モーメントMo ₆ (Nm)	7.35E+20	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
HE I	総面積S _b (km²)	6792.5	S _E =S-S _s
点 領	すべり量D _b (m)	3.61	$D_b = M_{0b}/\mu/S_b$
世	応力降下量∆ơ₅(MPa)	3.2	$\Delta \sigma_b = 7\pi^{1.5} / 16 \times M_{0b} / S_b^{1.5}$
	ライズタイムT _{rb} (s)	13.46	T _{rb} =aW _b /Vr α=0.25~0.6[片岡(2003)]よりα=0.5とした



下:非線形計算)

(上:線形計算

The state of the s

(参考図) 元禄関東地震の震度分布 (出典:日本被害地震総覧;宇佐美,1987)