

## 6. 地震動・液状化の予測

### 6.1. 地震動の予測

#### 6.1.1. 検討の流れ

検討の流れは以下のとおりである（図 26～図 33，表 11）。

- ① 予測評価では 250m メッシュを採用する。
  - ② 地震本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」で説明のある強震動計算のうち，国や自治体の被害想定で広く採用されている以下の方法を用いる。
    - ・ 工学的基盤まで：統計的グリーン関数法による波形計算
    - ・ 地表震度の算出：工学的基盤最大速度と AVS30（地表から深さ 30m までの平均 S 波速度）による増幅率から最大地表速度を算出し，最大地表速度と地表震度の関係式から算出
- ※ 長周期地震動，断層による地表のずれやたわみ地形については過去の事例をもとに定性的に想定する。
- ③ 地盤モデルは浅部・深部ともに地震本部（J-SHIS）モデルを採用する。

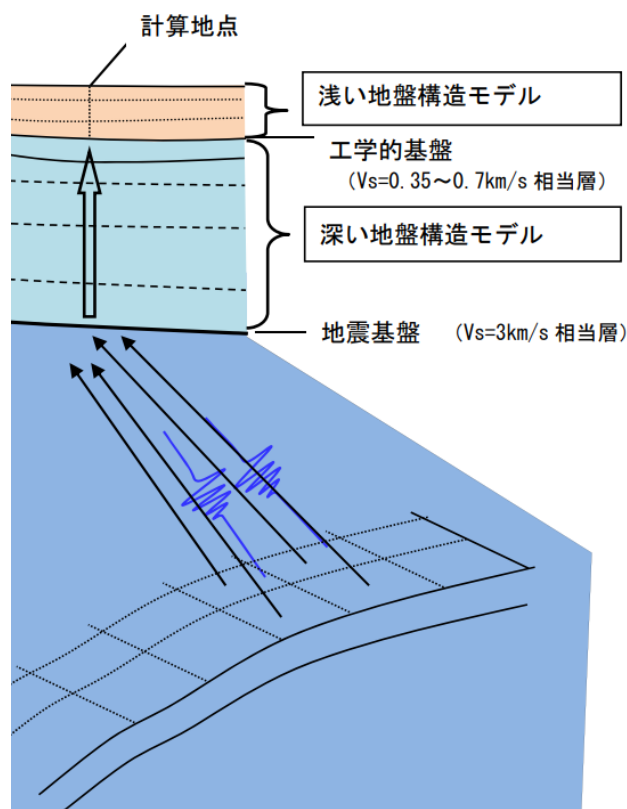


図 26 強震動計算の概念図

### 6.1.2. 震源～工学的基盤までの地震動予測手法

本調査では、統計的グリーン関数法の計算方法として釜江ほか(1991)による波形合成法を用いることとした。統計的グリーン関数法を用いた模擬地震波作成の流れを図 27 に示す。この方法は、中小規模地震を要素地震としてその記録に含まれている震源から観測点にいたる地震動の伝播経路の特性を利用し、震源での断層理論に基づく記録の重ね合わせによって大地震の地震動を作成しようとする経験的グリーン関数法の考え方に基づくものである。経験的グリーン関数法の計算方法としては、Irikura(1986)のものが良く知られている。

経験的グリーン関数法は、想定地震の震源域で発生した中小規模地震の観測波形が調査地で観測されている場合に適用可能である。しかし実際には、そのような条件に合った地震記録が観測されていることはまれである。そのため、釜江ほか(1991)は、観測波形の代わりに、Boore(1983)による確率的地震動波形を地震基盤 ( $V_s=3000\text{m/s}$  程度の層) での波形として作成し、これを要素波として用いて Irikura(1986)による波形合成を行う方法を提案した。このとき、地震動の伝播経路の評価は、調査によって明らかになった深部・浅部の地盤構造を使用して理論的方法により行っている。具体的には、以下の手順に基づき、計算を行っている。

- ① 対象とする断層面を小断層に分割し、小断層毎に、Boore(1983)の手法により  $\omega^{-2}$  を満たす要素波形の振幅スペクトルの形状を求める。この振幅スペクトル形状は以下の通りである。

$$S_A(\omega) = \frac{R_{\phi\theta}}{4\pi\rho\beta^3} M_0 \cdot \frac{\omega^2}{1 + (\omega/\omega_c)^2} \cdot \frac{1}{1 + (\omega/\omega_{\max})^2} \cdot \frac{e^{-\frac{\omega R}{2Q\beta}}}{R + C} \quad (1-1)$$

$\omega_c = 2\pi f_c$ ,  $f_c = 0.49\beta(\Delta\sigma/M_0)^{1/3}$ ,  $\omega_{\max} = 2\pi f_{\max}$ ,  $f_{\max} = 6\text{Hz}$  (鶴来ほか(1997), 兵庫県南部地震の解析値)

$M_0$ は地震モーメント,  $\rho$ は密度,  $\beta$ は媒質の S 波速度,  $\Delta\sigma$ は応力降下量,  $R$ は震源距離,  $Q$ : 地盤の Q 値である。

なお、観測点が震源近傍にある場合、統計的グリーン関数法の地震動振幅が過大評価されることから幾何減衰として  $1/(R + C)$  を導入した。

- ② 要素波形の位相スペクトルは、Boore(1983)に従ってホワイトノイズに包絡形を施した波形のスペクトルをかけ合わせて設定する。位相を与える場合には乱数を用いるが、長周期成分まで考慮できるように香川(2004)に基づき、長周期(変位波形)でコヒーレントな統計的グリーン関数を生成できるように乱数を設定する。また、長周期側で各要素断層の波形の位相を揃えるため、アスペリティ、背景領域ごとに小断層に対して共通の位相を使用する。
- ③ 上式中の  $R_{\phi\theta}$  はラディエーション係数であるが、これは、各小断層から計算地点への方位角、射出角により計算する。この時、Kamae and Irikura(1992)と同様に、周波

数依存型の放射特性を導入した。これは、周波数 0.25Hz 以下では理論的放射特性に従い、2.0Hz 以上では等方的な放射特性となるものである。ここでは S 波のみを考えているため、SH 波、SV 波毎に振幅スペクトルを求める。

- ④ 小断層毎にすべり量・応力降下量が異なる場合は、それに応じて各小断層の  $M_0$ 、 $\Delta\sigma$  を設定する。
- ⑤ 伝播経路の減衰特性 Q 値は、内閣府(2021)による次式の周波数依存の値を設定する。なお、周波数  $f = 1.0\text{Hz}$  以下では、周波数  $f = 1.0\text{Hz}$  の値を用いることとした。

$$Q = 130f^{0.77} \quad (1-2)$$

- ⑥ 上記手法で作成した計算地点での地震基盤におけるスペクトルに対して、地表までの地盤構造による増幅を考慮するため、SH 波については斜め入射の SH 波動場を、SV 波については、P-SV 波動場の応答計算を行う。
- ⑦ 求められた工学的基盤での Transverse, Radial, UD 波形を NS, EW, UD に射影する。
- ⑧ 工学的基盤での各小断層からの波形を Irikura(1986)および入倉ほか(1997)に従って、震源断層内の破壊伝播に応じて、それぞれの成分毎に足し合わせる。これより、工学的基盤での 3 成分波形を求めることができる。

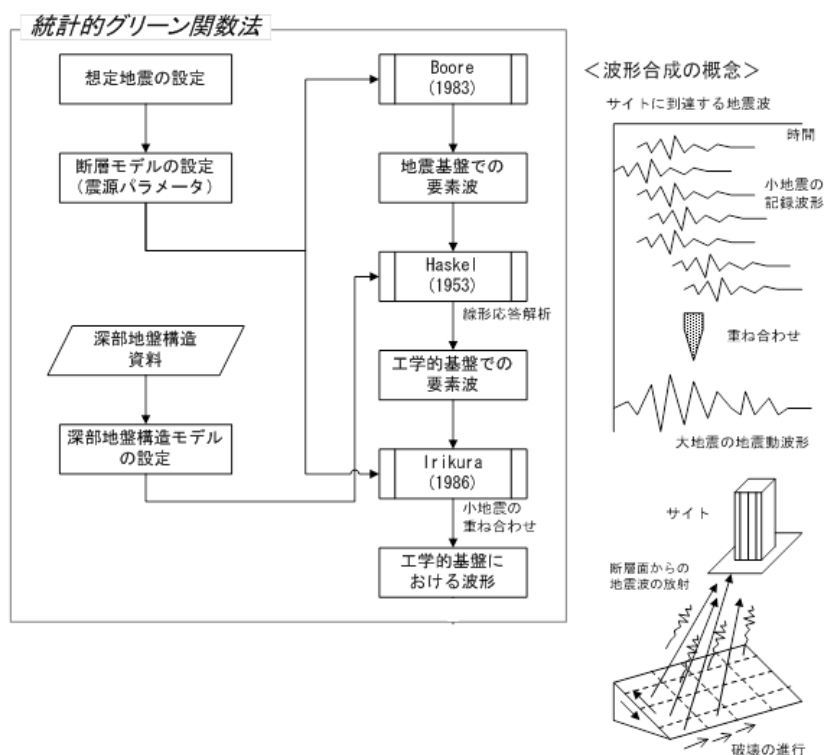


図 27 統計的グリーン関数法を用いたサイト波作成の流れ

### 6.1.3. 地表震度の算定

本調査では、工学的基盤～地表までの地震動予測手法として、「工学的基盤における計測震度+レシピに基づく震度増分（以下、SGF+レシピ震度増分）」により算出した。SGF+レシピ震度増分の算出方法を以下に示す。

- ① 工学的基盤上面から地表への最大速度の増幅率 $amp$ を求める。増幅率 $amp$ については、表層30mの平均S波速度 $AVS30$ との相関性が認められることが分かっている。本調査では、地震ハザードステーション（以下、J-SHIS）で公開されている各メッシュの $AVS30$ を用いて、以下の式で増幅率 $amp$ を算出する。

$$\log_{10} amp = 2.367 - 0.852 \cdot \log_{10} AVS30 \quad (1-3)$$

- ② 工学的基盤上面から地表への震度増分 $\Delta I$ を以下の式で算出する。

$$\Delta I = 2.603 \cdot \log_{10} amp - 0.213 \cdot \{\log_{10} amp\}^2 - 0.426 \cdot \log_{10} PGV_b \cdot \log_{10} amp \quad (1-4)$$

$PGV_b$  : 工学的基盤上面における最大速度

- ③ 統計的グリーン関数法により算出した工学的基盤上面における計測震度 $I_b$ に上式で求めた $\Delta I$ を足し合わせることで、地表地震動を算定する。

$$I = I_b + \Delta I \quad (1-5)$$

### 6.1.4. 地盤モデル

地盤モデルは、浅部モデル、深部モデルともに地震本部（J-SHIS）モデルを採用する（図28～図33）。第四次調査時に用いていたモデルは深部構造が第三次調査以前のものであり、その後の知見が反映されていない。一方、今回採用する地震本部（J-SHIS）モデルは最新の知見が反映されており、かつ、本県の特長も反映されていることから適切と判断した（表11）。

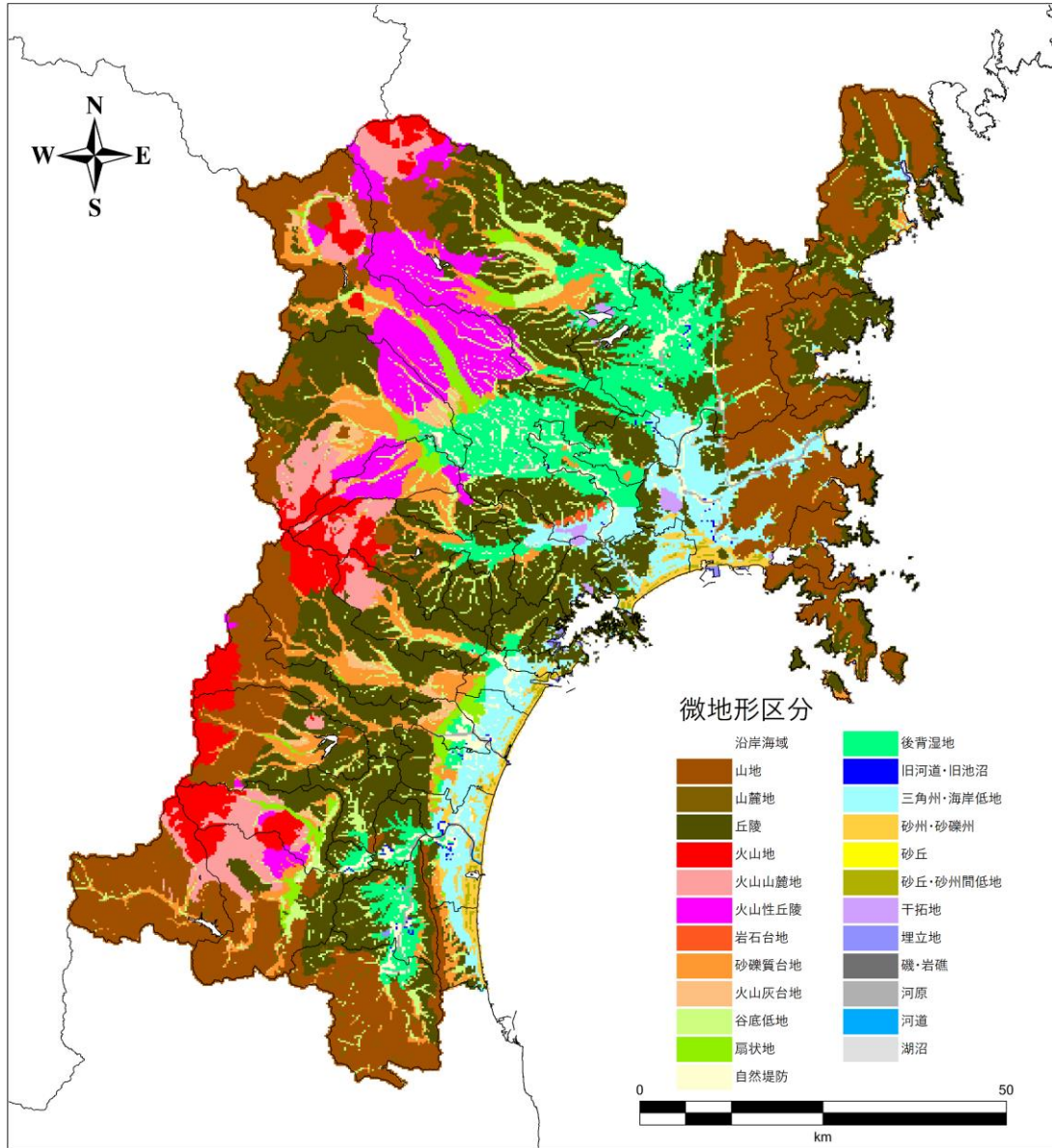


図 28 微地形区分（地震本部）

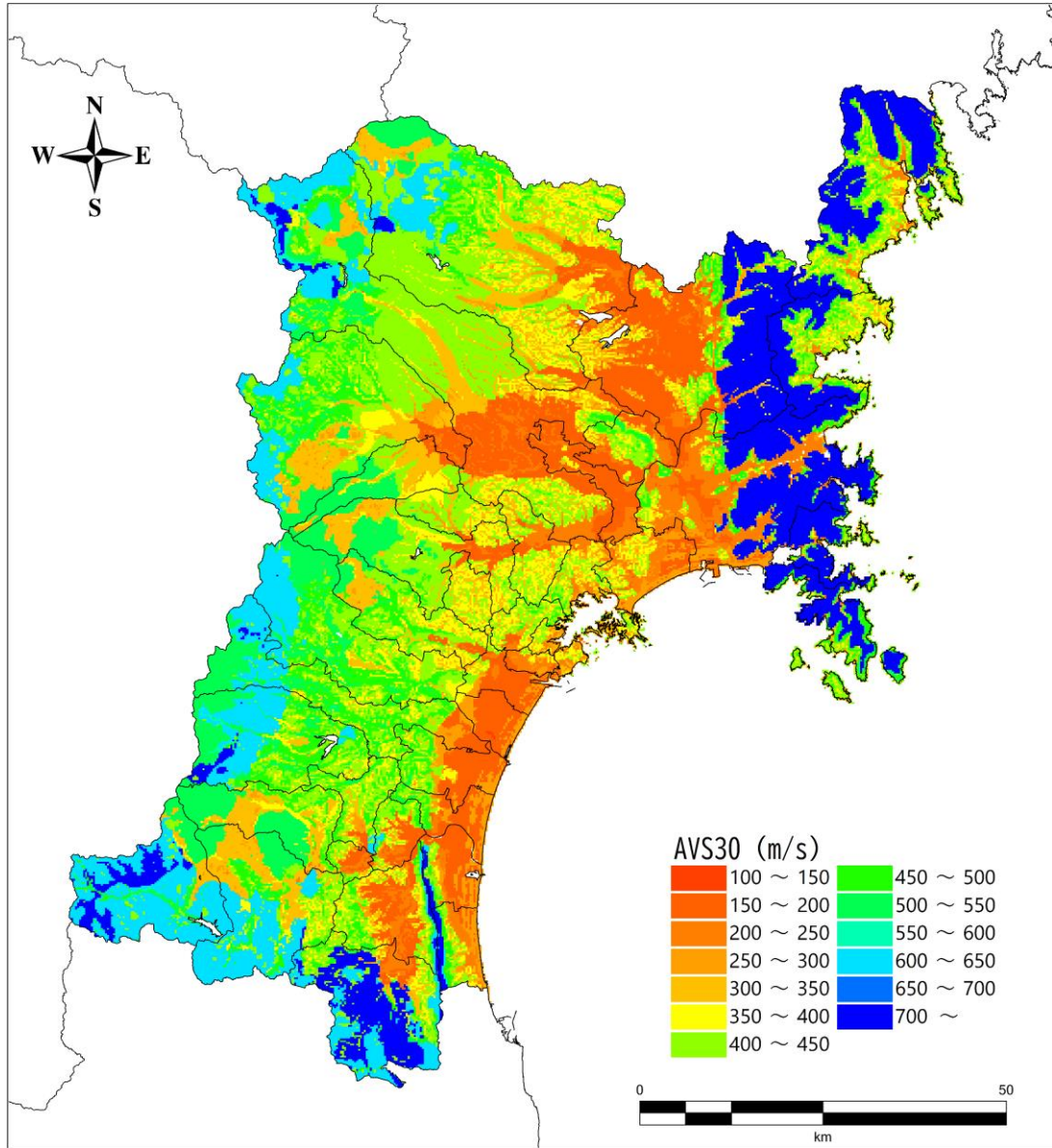


図 29 表層 30m 平均 S 波速度(AVS30) (地震本部)

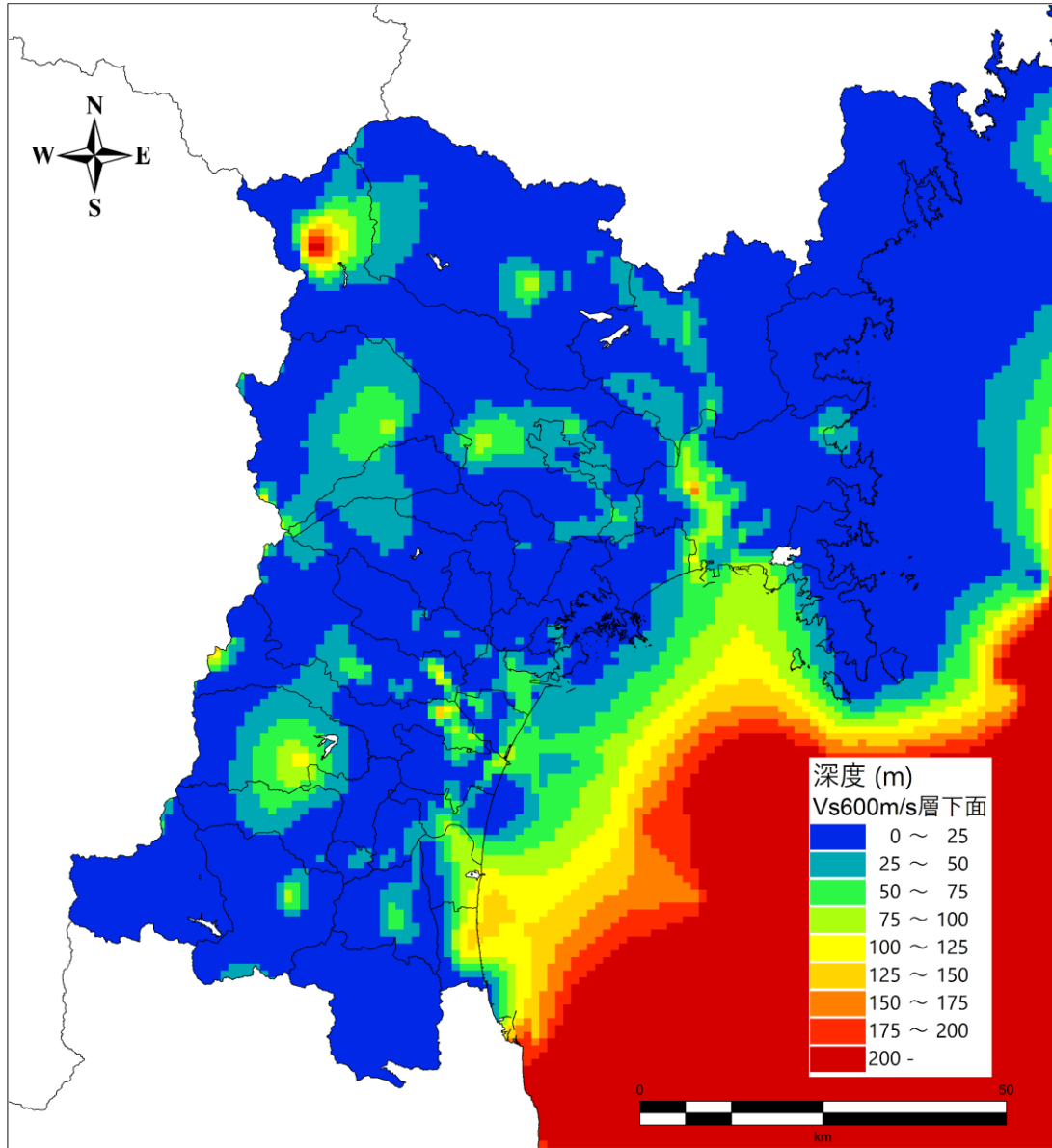


図 30 Vs600m/s 層下面 (地震本部)

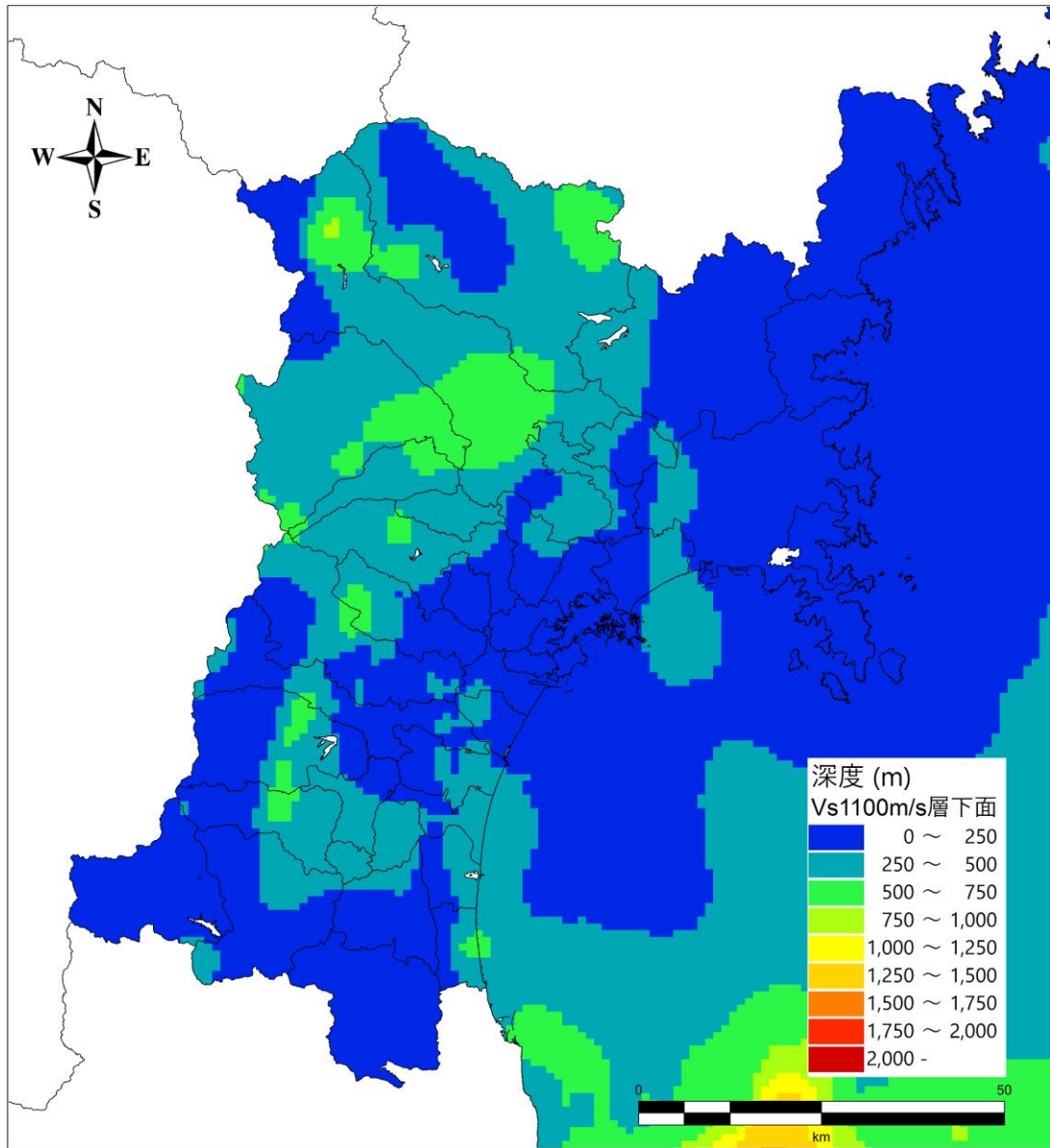


図 31 Vs1100m/s 層下面 (地震本部)



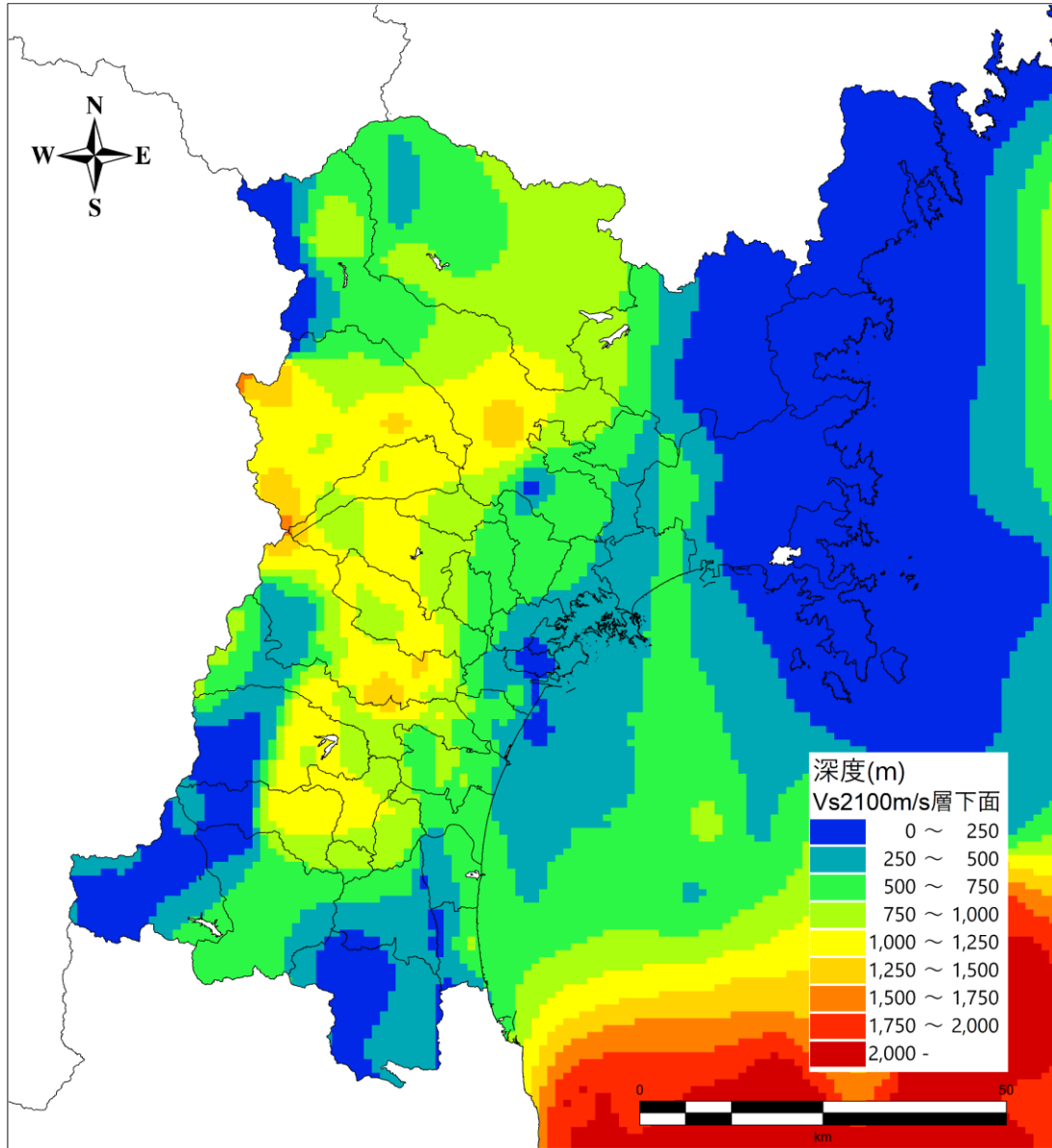


図 32 Vs2100m/s 層下面 (地震本部)

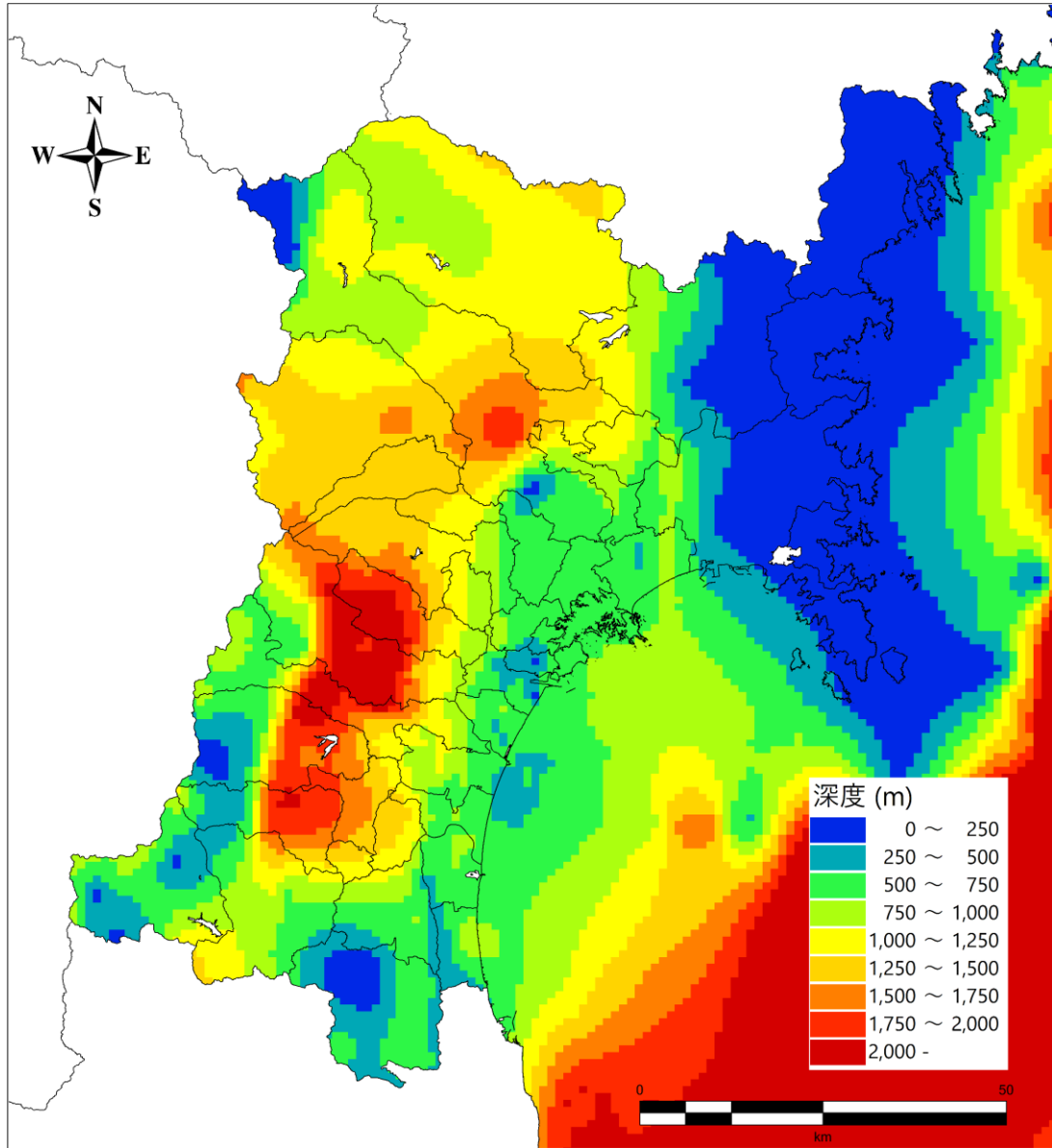


図 33 地震基盤面（地震本部）

表 11 第四次調査との比較

	第四次調査の手法を踏襲した場合	本調査
工学的基盤における波形計算	統計的グリーン関数法	統計的グリーン関数法
地表震度の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>工学的基盤波から最大速度を算出</li> <li>工学的基盤最大速度とAVS30による増幅率から最大地表速度を算出</li> <li>最大地表速度と地表震度の関係式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工学的基盤波から最大速度を算出</li> <li>工学的基盤最大速度とAVS30による増幅率から最大地表速度を算出</li> <li>最大地表速度と地表震度の関係式</li> </ul>
地盤モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>宮城県独自のモデル（浅部・深部）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>地盤本部(J-SHIS)モデル(浅部・深部)</b> J-SHIS地震ハザードステーションで公開されている「地震動予測地図データ」</li> </ul>
利点	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>第四次想定と同じ手法である。</u> <u>(H15の第三次想定を踏襲)</u></li> <li>本県の被害の大部分を占める戸建て住宅の被害想定は可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>解析手法，地盤モデルは最新の知見に基づく。</u></li> <li><u>第四次想定との地盤モデルの整合性が高い。</u></li> <li>本県の被害の大部分を占める戸建て住宅の被害想定は可能。</li> </ul>
欠点	<ul style="list-style-type: none"> <li>広帯域（主に長周期側）の地震動が考慮できない。</li> <li><u>第三次から相当期間が経過しており，最新の知見が反映されていない</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>広帯域（主に長周期側）の地震動が考慮できない。</li> </ul>

### 6.1.5. 強震断層パラメータ

#### ① 東北地方太平洋沖地震

「最大クラスの津波浸水想定」に対応した強震動（震度等）の計算を行う。最大クラスの津波計算で3モデルのうち、震度が最大となる東北地方太平洋沖地震の強震動計算を実施する。強震断層モデルは、内閣府モデルを用いる（表 12、図 34）。

※ 津波浸水想定では、強震動（震度等）を計算していないため。津波はすでに公表したものを活用する。

表 12 東北地方太平洋沖地震の強震断層パラメータ

震源パラメータ	設定方法	断層全体	三陸沖 中部	宮城県沖	福島県沖	茨城県沖	単位
走向 $\theta$			195	195	195	195	°
傾斜角 $\delta$			13	13	13	13	°
すべり角 $\gamma$			90	90	90	90	°
断層モデル上端深さ			36.7	34.5	41.2	36.7	km
断層モデル面積 $S$		90,000	2,000	3,500	2,000	2,000	km <sup>2</sup>
断層モデル長さ $L_{\text{model}}$			50	70	50	50	km
断層モデル幅 $W_{\text{model}}$			40	50	40	40	km
応力降下量 $\Delta\sigma$		4.0	25.3	24.2	24.0	24.0	MPa
地震モーメント $M_0$		$2.26 \times 10^{22}$	$9.30 \times 10^{20}$	$2.10 \times 10^{21}$	$8.80 \times 10^{20}$	$8.80 \times 10^{20}$	Nm
モーメントマグニチュード		8.8	7.9	8.1	7.9	7.9	
剛性率 $\mu$		$4.1 \times 10^{10}$				Pa	
S波速度 $\beta$		3,820				m/s	
密度 $\rho$		2,800				kg/m <sup>3</sup>	
破壊伝播速度 $V_r$		2,700				m/s	
平均すべり量 $D$	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	6.1	11.4	14.7	10.8	10.8	m

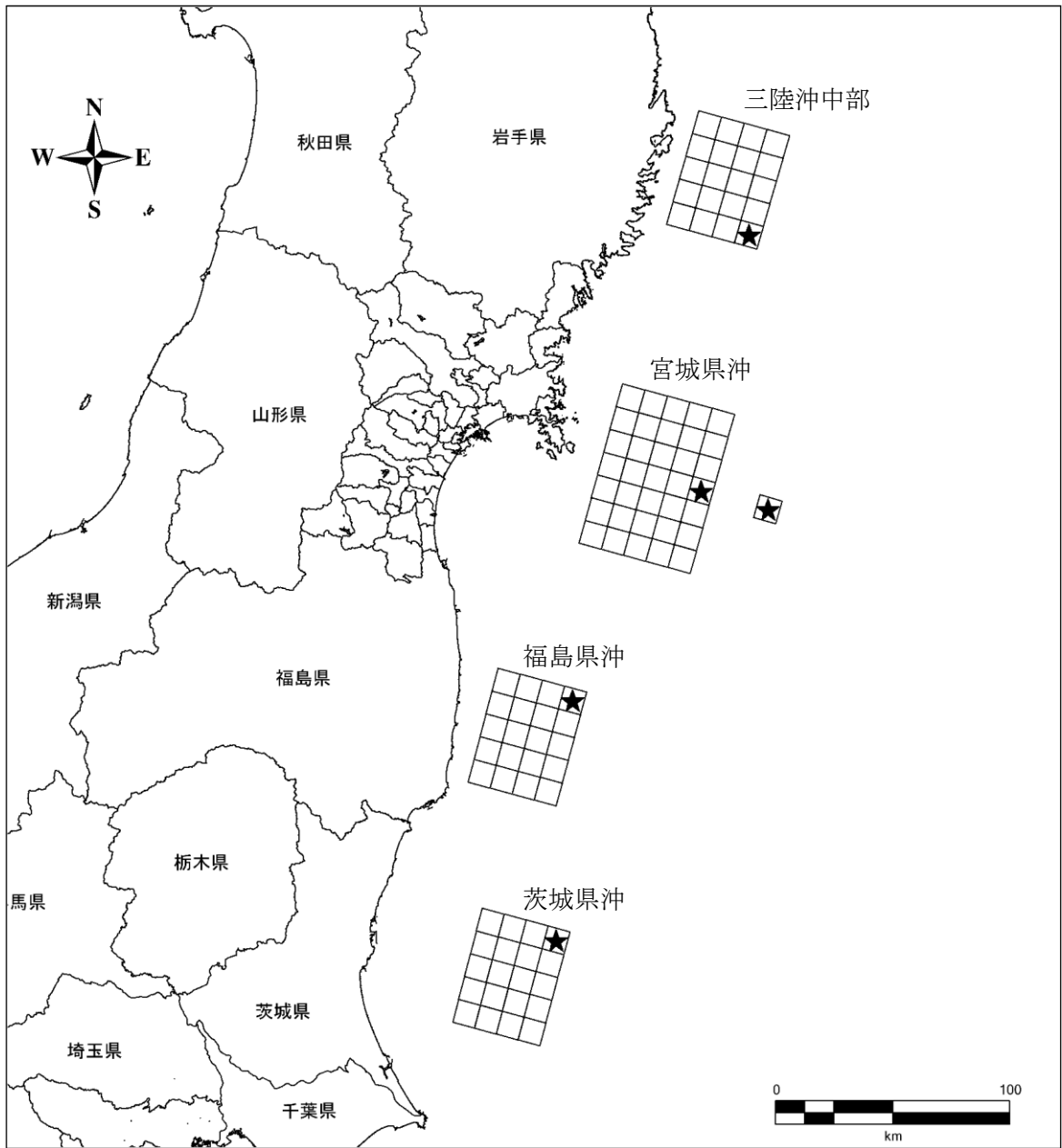


図 34 東北地方太平洋沖地震の断層モデル地表投影図 (★：破壊開始点)

②宮城県沖地震（連動型）

断層パラメータは地震本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」（強震動予測レシピ）により設定した。アスペリティは、第四次調査を踏襲する（表 13、図 35）。

表 13 宮城県沖地震（連動型）の強震断層パラメータ

巨視的震源パラメータ	設定方法	A1	A2	B	単位
断層モデル原点 緯度	地震本部	38.41	38.2	38.95	°
断層モデル原点 経度	地震本部	142.49	142.39	143.52	°
走向 $\theta$	地震本部	200	200	205	°
傾斜角 $\delta$	地震本部	21	21	12	°
すべり角 $\gamma$	地震本部	85	85	90	°
断層モデル上端深さ	地震本部	26	26	14	km
断層モデル面積 $S$	地震本部	2,266	1,449	6,105	km <sup>2</sup>
断層モデル長さ $L_{\text{model}}$	地震本部	36	40	132	km
断層モデル幅 $W_{\text{model}}$	地震本部	64	36	46	km
アスペクト比	$L_{\text{model}}/W_{\text{model}}$	0.6	1.1	2.9	
断層モデル面積 $S_{\text{model}}$	$S_{\text{model}} = L_{\text{model}} \times W_{\text{model}}$	2,158	1,341	6,505	km <sup>2</sup>
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	A1,A2:Seno et al. (1980) B: $M_0 = 16/(7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	7.0	7.0	4.1	MPa
地震モーメント $M_0$	A1,A2: $M_0 = 16/(7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ B:断層全体から A1、A2 を除く	2.88 $\times 10^{20}$	1.41 $\times 10^{20}$	8.30 $\times 10^{20}$	Nm
モーメントマグニチュード	$\log M_0 = 1.5Mw + 9.1$	7.6	7.4	7.9	
剛性率 $\mu$	$\mu = \rho\beta^2$	4.7 $\times 10^{10}$			Pa
S波速度 $\beta$	地震本部	3,900			m/s
密度 $\rho$	地震本部	3,100			kg/m <sup>3</sup>
破壊伝播速度 $V_r$	菊池 (2002)	3,000			m/s
平均すべり量 $D$	$D = M_0/(\mu \cdot S)$	2.9	2.3	2.7	m
短周期レベル $A$	A1:1978 宮城沖、A2、B は A1 の $A_{DAN}$ との比	8.40 $\times 10^{19}$	6.62 $\times 10^{19}$	1.20 $\times 10^{20}$	Nm /s <sup>2</sup>
短周期レベル (壇ほか) $A_{DAN}$	$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	3.50 $\times 10^{19}$	2.76 $\times 10^{19}$	4.98 $\times 10^{19}$	Nm /s <sup>2</sup>
断層全体の等価半径 $R$	$R = \sqrt{S/\pi}$	26.21	20.66	45.50	km

微視的震源パラメータ	設定方法	A1	A2	B	単位
全アスペリティ	面積 $S_a$	$S_a = \pi r^2$			km <sup>2</sup>
	アスペリティの個数	2	1	2	
	平均すべり量 $D_a$	$D_a = \xi \cdot D$ 、 $\xi = 2$			m
	地震モーメント $M_{0a}$	$1.0 \times 10^{20}$	$4.9 \times 10^{19}$	$2.9 \times 10^{19}$	Nm
	平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$	40.17	40.17	21.99	MPa
リテアスペ	面積 $S_{a1}$	188.03.22	233.69	377.87	km <sup>2</sup>
	地震モーメント $M_{0a1}$	$5.0 \times 10^{19}$	$4.9 \times 10^{19}$	$7.6 \times 10^{19}$	Nm
	平均すべり量 $D_{a1}$	5.66	4.46	4.24	m
	実効応力 $\sigma_{a1}$	40.17	40.17	21.99	MPa
アスペリティ	面積 $S_{a2}$	188.03.22	X	755.74	km <sup>2</sup>
	地震モーメント $M_{0a2}$	$5.0 \times 10^{19}$		$2.1 \times 10^{20}$	Nm
	平均すべり量 $D_{a2}$	5.66		6.00	m
	実効応力 $\sigma_{a2}$	40.17		21.99	MPa
背景領域	面積 $S_b$	1,782	1,107	5,371	km <sup>2</sup>
	地震モーメント $M_{0b}$	$1.9 \times 10^{20}$	$0.9 \times 10^{20}$	$5.4 \times 10^{20}$	Nm
	平均すべり量 $D_b$	2.23	1.76	2.13	m
	実効応力 $\sigma_b$	3.40	6.73	4.48	MPa

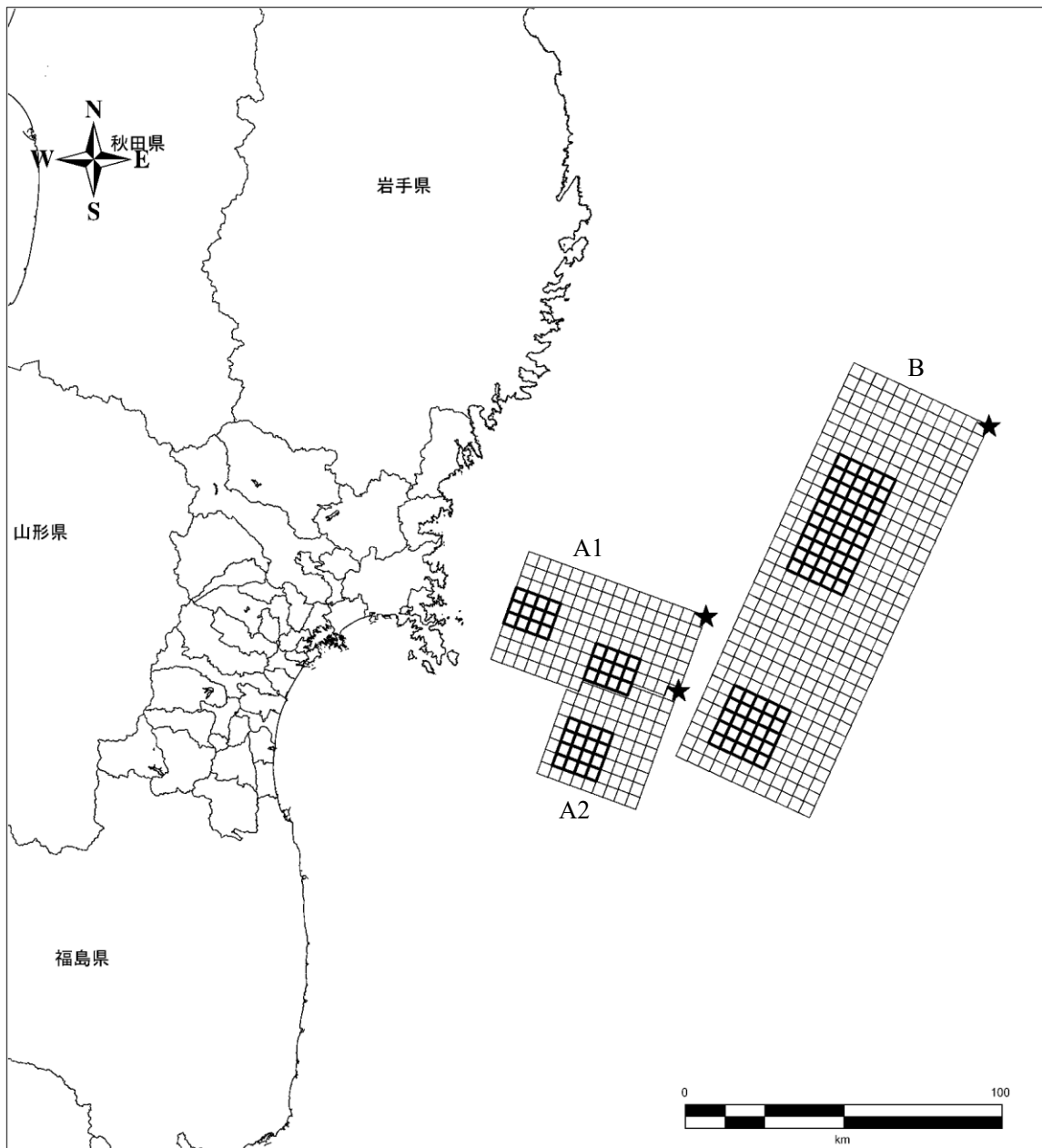


図 35 宮城県沖地震（連動型）の断層モデル地表投影図  
 ★：破壊開始点、矩形：要素断層、太線矩形：アスペリティ

③スラブ内地震

スラブ内地震は、2011年（平成23年）、2021年（令和3年）、2022年（令和4年）と震災後頻発している。本調査では、それらと比較して震源位置を過去よりも陸側かつ仙台圏域側に設定した（図37）。これにより本県への被害の大きくなり、被害想定上望ましい地震とした。断層パラメータは地震本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」（強震動予測レシビ）により設定した（表14、図36）。

表14 スラブ内地震の強震断層パラメータ

巨視的震源パラメータ		設定方法		単位	
断層モデル原点	緯度	福島県沖の地震など	37.85	°	
断層モデル原点	経度	福島県沖の地震など	141.35	°	
走向	$\theta$	福島県沖の地震など	17	°	
傾斜角	$\delta$	福島県沖の地震など	45	°	
すべり角	$\gamma$	福島県沖の地震など	90	°	
断層モデル上端深さ		福島県沖の地震など	60	km	
短周期レベル	$A$	$A = 9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	$1.29 \times 10^{20}$	Nm/s <sup>2</sup>	
強震動生成域の面積の 震源断層の面積に対する比 $\gamma_{SMGA}$		$\gamma_{SMGA} = \frac{16A^2 S_a^2}{49\pi^4 \beta^4 M_0^2}$	20		
強震動生成域と地震モーメントとの 経験的關係式		$S_a = 1.25 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$	213.9	km <sup>2</sup>	
断層モデル面積	$S$	$S = \frac{7\pi^2 \beta^2 M_0}{4A\gamma_{SMGA}^{0.5}}$	1079.8	km <sup>2</sup>	
断層モデル幅	$W$	福島県沖の地震など	25	km	
断層モデル長さ	$L$	$L = S/W$	43.2	km	
断層モデル幅	$W_{model}$	手続き化	24	km	
断層モデル長さ	$L_{model}$	手続き化	44	km	
アスペクト比		$L_{model}/W_{model}$	1.83		
断層モデル面積	$S_{model}$	$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	1,056	km <sup>2</sup>	
平均すべり量	$D$	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	4.3	m	
静的応力降下量	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma = (7/16) \cdot M_0 / (S/\pi)^{1.5}$	15.4	MPa	
剛性率	$\mu$	$\mu = \rho\beta^2$	$4.8 \times 10^{10}$	Pa	
S波速度	$\beta$	佐藤・巽 (2002)	4,000	m/s	
密度	$\rho$	佐藤・巽 (2002)	3,000	kg/m <sup>3</sup>	
破壊伝播速度	$V_r$	$V_r = 0.72 \cdot \beta$	2,800	m/s	
域 全 体 強 震 動 生 成	面積	$S_{SMGA}$	$S_{SMGA} = \gamma_{SMGA} \times S$	213.9	km <sup>2</sup>
	強震動生成域の個数			2	
	平均すべり量	$D_{SMGA}$	$D_{SMGA} = \xi \cdot D, \xi = 2$	8.6	m
	地震モーメント	$M_{0SMGA}$	$M_{0SMGA} = \mu D_{SMGA} S_{SMGA}$	$8.9 \times 10^{19}$	Nm
	平均静的応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA}$	$\Delta\sigma_{SMGA} = (S/S_{SMGA}) \cdot \Delta\sigma$	77.6	MPa
成 域 一 強 震 動 生	面積	$S_{SMGA1}$	$S_{SMGA1} = S_{SMGA}/2$	107.0	km <sup>2</sup>
	地震モーメント	$M_{0SMGA1}$	$M_{0SMGA1} = \mu D_{SMGA1} S_{SMGA1}$	$4.4 \times 10^{19}$	Nm
	平均すべり量	$D_{SMGA1}$	$D_{SMGA1} = D_{SMGA}$	8.6	m
	平均静的応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA1}$	$\Delta\sigma_{SMGA1} = \Delta\sigma_{SMGA}$	77.6	MPa
成 域 二 強 震 動 生	面積	$S_{SMGA2}$	$S_{SMGA2} = S_{SMGA}/2$	107.0	km <sup>2</sup>
	地震モーメント	$M_{0SMGA2}$	$M_{0SMGA2} = \mu D_{SMGA2} S_{SMGA2}$	$4.4 \times 10^{19}$	Nm
	平均すべり量	$D_{SMGA2}$	$D_{SMGA2} = D_{SMGA}$	8.6	m
	平均静的応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA2}$	$\Delta\sigma_{SMGA2} = \Delta\sigma_{SMGA}$	77.6	MPa
背 景 領 域	面積	$S_b$	$S_b = S - S_{SMGA}$	865.9	km <sup>2</sup>
	地震モーメント	$M_{0b}$	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	$1.4 \times 10^{20}$	Nm
	背景領域の $D_b = M_{0b}/(\mu \cdot S_b)$		$D_b = M_{0b}/(\mu \cdot S_b)$	3.3	m
	平均静的応力降下量		(24)式: $\sigma_b = (D_b / W_b) \cdot \sqrt{\pi} / D_a \cdot r \cdot \Sigma\gamma^3 \cdot \sigma_a$	14.4	MPa



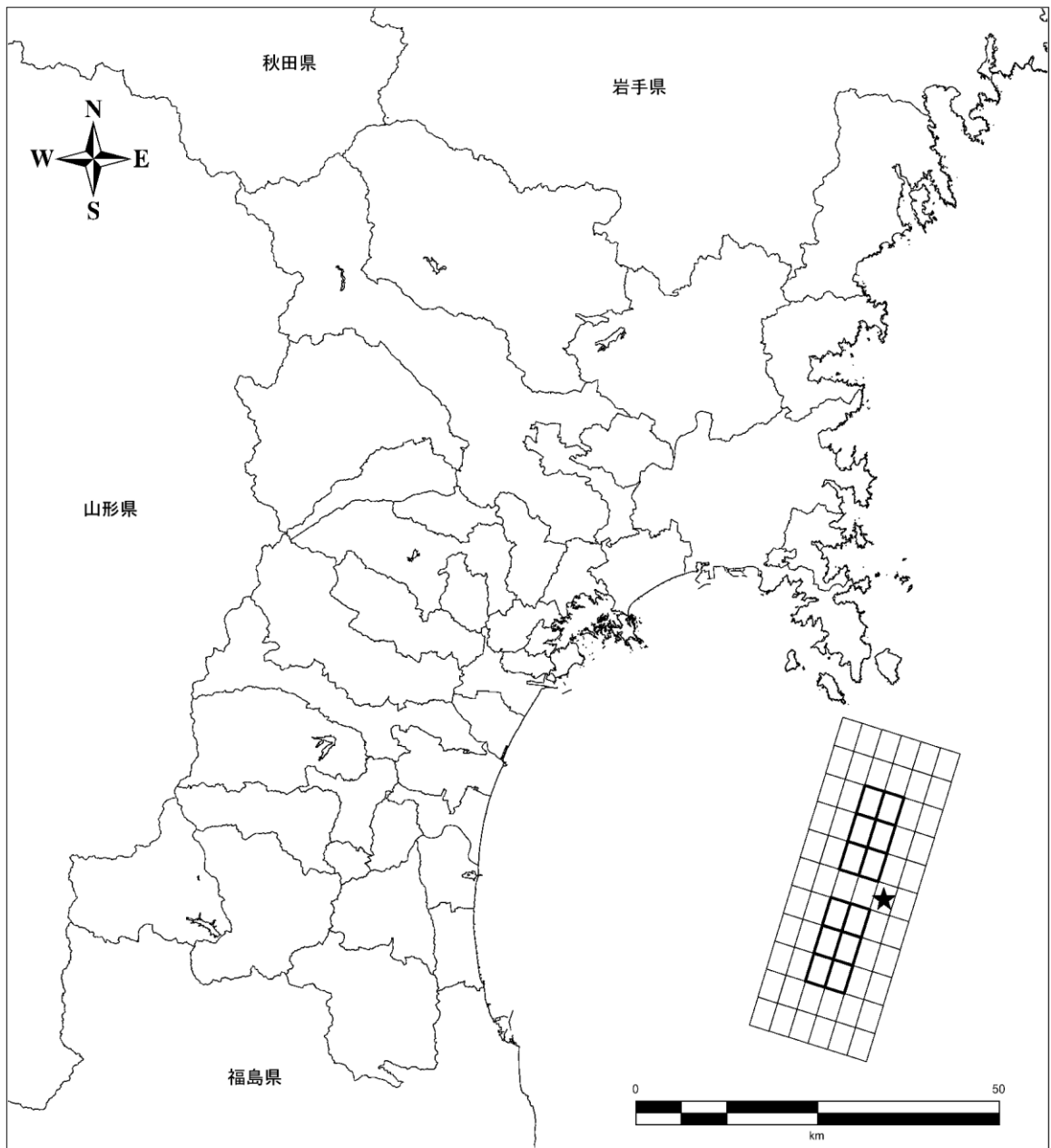


図 36 スラブ内地震の断層モデル地表投影図

★：破壊開始点、矩形：要素断層、太線矩形：強震動生成域

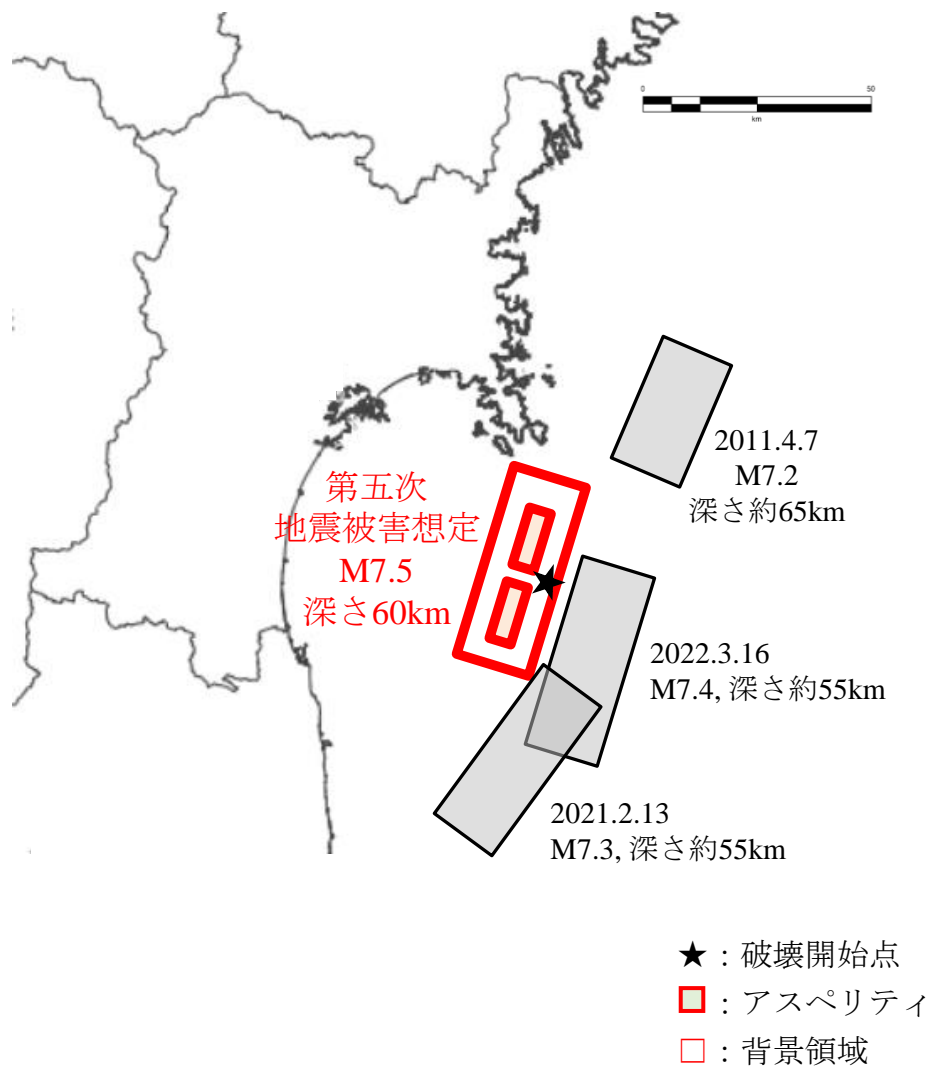


図 37 スラブ内地震の強震断層位置図 (過去の地震も図示)

④長町 - 利府線断層帯地震

断層パラメータは地震本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」（強震動予測レシビ）及び「全国地震動予測地図 2020 年版」を参考に設定する。上端深さ、アスペリティは第四次想定で検討していた長町-利府線断層帯地震に基づき設定した（表 15、図 38）。

表 15 長町 - 利府線断層帯地震の強振断層パラメータ

長町 - 利府線断層帯 (2001)

	長期評価	設定値	
		平均ケース	最大ケース
平均活動間隔	3000年程度以上	5000年	5000年
最新発生時期	約16000年前以後（十分に特定できていない）	(ポアソン過程)	(ポアソン過程)
30年発生確率	1%以下	0.60%	0.60%
50年発生確率	2%以下	1.0%	1.0%
断層帯原点	(北端) 北緯 38°17′ - 38°22′ 東経 140°56′ - 141°02′ (南端) 北緯 38°09′ - 38°11′ 東経 140°41′ - 140°45′	—	—
活断層長さ $L$	21 - 40 km	40 km	
マグニチュード $M$	7.0 - 7.5 程度	7.5	
巨視的震源パラメータ	設定方法		
断層モデル原点	地中の上端における北端	北緯 38.387°	
走向 $\theta$	長期評価の端点を結ぶ方向	東経 141.043°	
傾斜角 $\delta$	「西傾斜35 - 45°」	N231.9°E	
すべり角 $\gamma$	「北西側隆起の逆断層」	40°	
断層モデル上端深さ	微小地震の発生と地震基盤深さを参考	90°	
断層モデル長さ $L_{model}$	42 km	1 km	
断層モデル幅 $W_{model}$	手続き化の方法に従い設定	187 km	
断層モデル面積 $S_{model}$	手続き化の方法に従い設定	56 km <sup>2</sup>	
地震モーメント $M_0$	$\log M_0 = 1.17M + 10.72$	3.15E+19 Nm	
モーメントマグニチュード $M_w$	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	6.9	
静的応力降下量 $\Delta\sigma$	$\Delta\sigma = 7/16 \cdot M_0 / R^3$	3.7 MPa	
平均すべり量 $D_{model}$	$D_{model} = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	1.3 m	
短周期レベル $A$	$A = 2.46 \cdot 10^{17} \times M_0^{1/3}$	1.67E+19 Nm/s <sup>2</sup>	
微視的震源パラメータ		ケース 1 ~ 4	
全 リ ア テ ス イ ペ	面積 $S_a$ 平均すべり量 $D_a$ 実効応力 $\sigma_a$ 地震モーメント $M_{0a}$	$S_a = \pi r^2, r = 7\pi/4 \cdot M_0 / (A \cdot R) \cdot \beta^2$ $D_a = \gamma_D \cdot D_{model}, \gamma_D = 2.0$ $\sigma_a = \Delta\sigma_a = 7/16 \cdot M_0 / (r^2 \cdot R)$ $M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$	186.3 km <sup>2</sup> 2.6 m 15.0 MPa 1.51E+19 Nm
ベ リ 1 テ ア イ ス	面積 $S_{a1}$ 平均すべり量 $D_{a1}$ 実効応力 $\sigma_{a1}$ 計算用面積	$S_{a1} = S_a \cdot (2/3)$ $D_{a1} = (\gamma_1 / \Sigma \gamma_i^3) \cdot D_a$ $\sigma_{a1} = \sigma_a$ 2km メッシュサイズ	124.2 km <sup>2</sup> 2.9 m 15.0 MPa 120 km <sup>2</sup>
ベ リ 2 テ ア イ ス	面積 $S_{a2}$ 平均すべり量 $D_{a2}$ 実効応力 $\sigma_{a2}$ 計算用面積	$S_{a2} = S_a \cdot (1/3)$ $D_{a2} = (\gamma_2 / \Sigma \gamma_i^3) \cdot D_a$ $\sigma_{a2} = \sigma_a$ 2km メッシュサイズ	62.1 km <sup>2</sup> 2.0 m 15.0 MPa 60 km <sup>2</sup>
背 景 領 域	面積 $S_b$ 平均すべり量 $D_b$ 実効応力 $\sigma_b$ 地震モーメント $M_{0b}$ 計算用面積	$S_b = S_{model} - S_a$ $D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$ $\sigma_b = (D_b / W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$ $M_{0b} = M_0 - M_{0a}$ 2km メッシュサイズ	569.7 km <sup>2</sup> 0.9 m 2.9 MPa 1.64E+19 Nm 576 km <sup>2</sup>

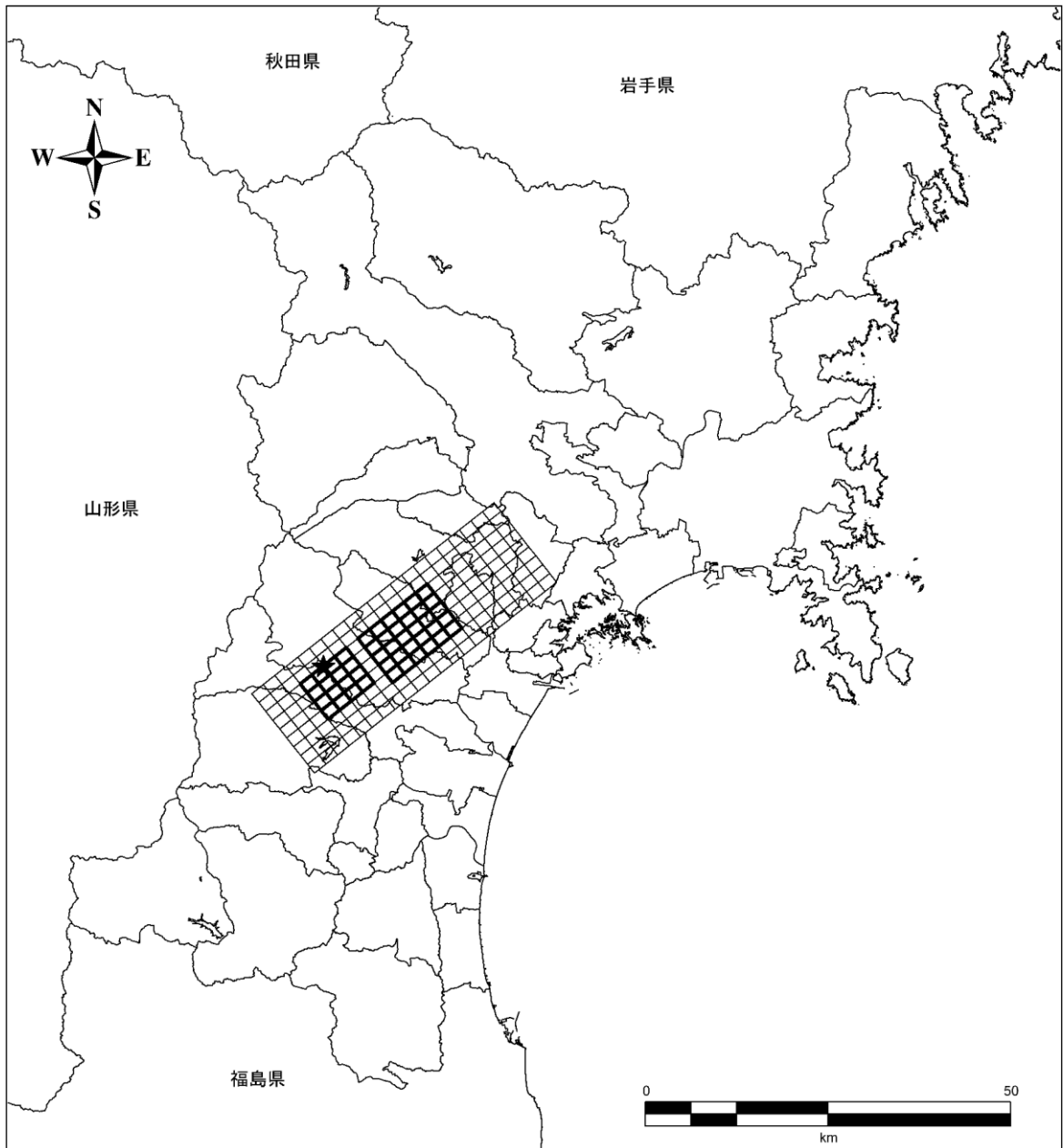


図 38 長町 - 利府線断層帯地震の断層モデル地表投影図  
 ★：破壊開始点、矩形：要素断層、太線矩形：アスペリティ

### 6.1.6. 計算結果と評価

#### ①東北地方太平洋沖地震

県内の広い範囲で震度6弱から震度6強が予想される(図39)。東日本大震災の実績と比較して1階級程度震度が異なっている(図40)ものの、おおむね再現できていると判断される。250m四方の区画単位(250mメッシュ)で計算を行っており、1区画(メッシュ)内はすべて同一として取り扱っていることや地震計が設置されている環境を必ずしも正確に反映していないことなどから差が発生したものと推測される。

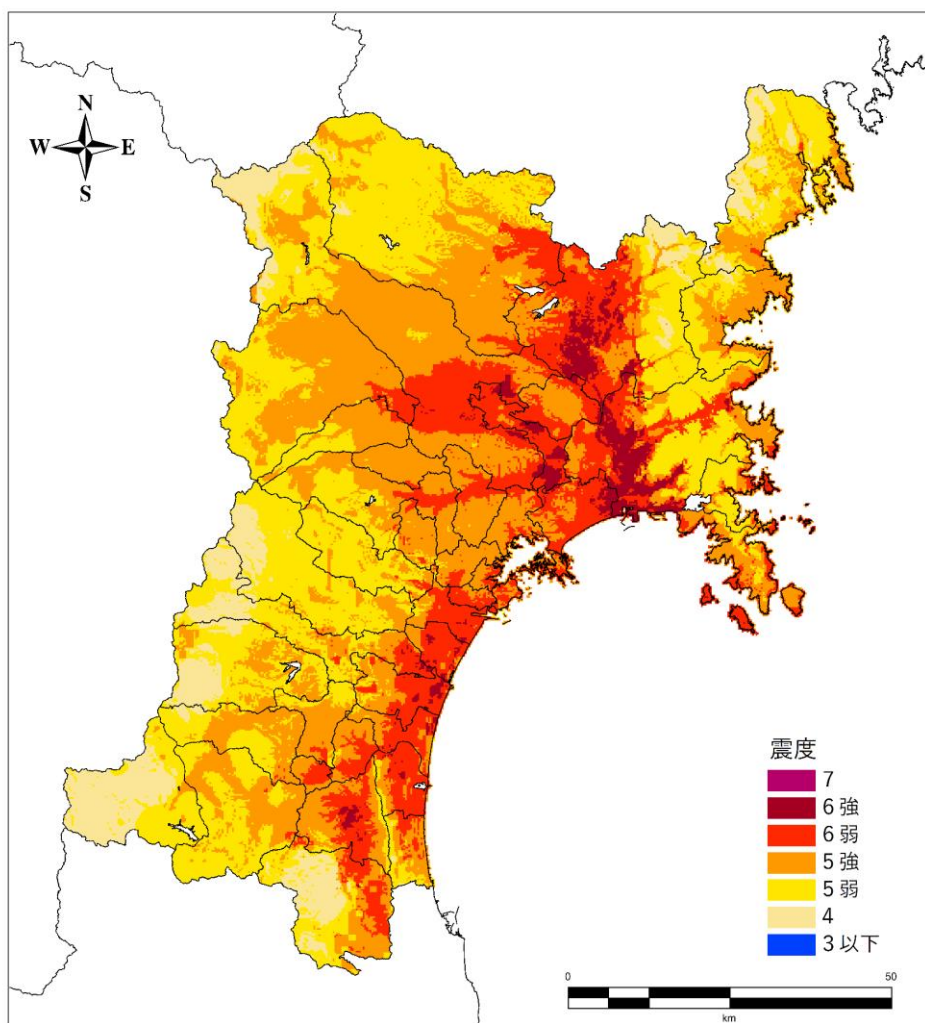


図 39 東北地方太平洋沖地震による地表震度

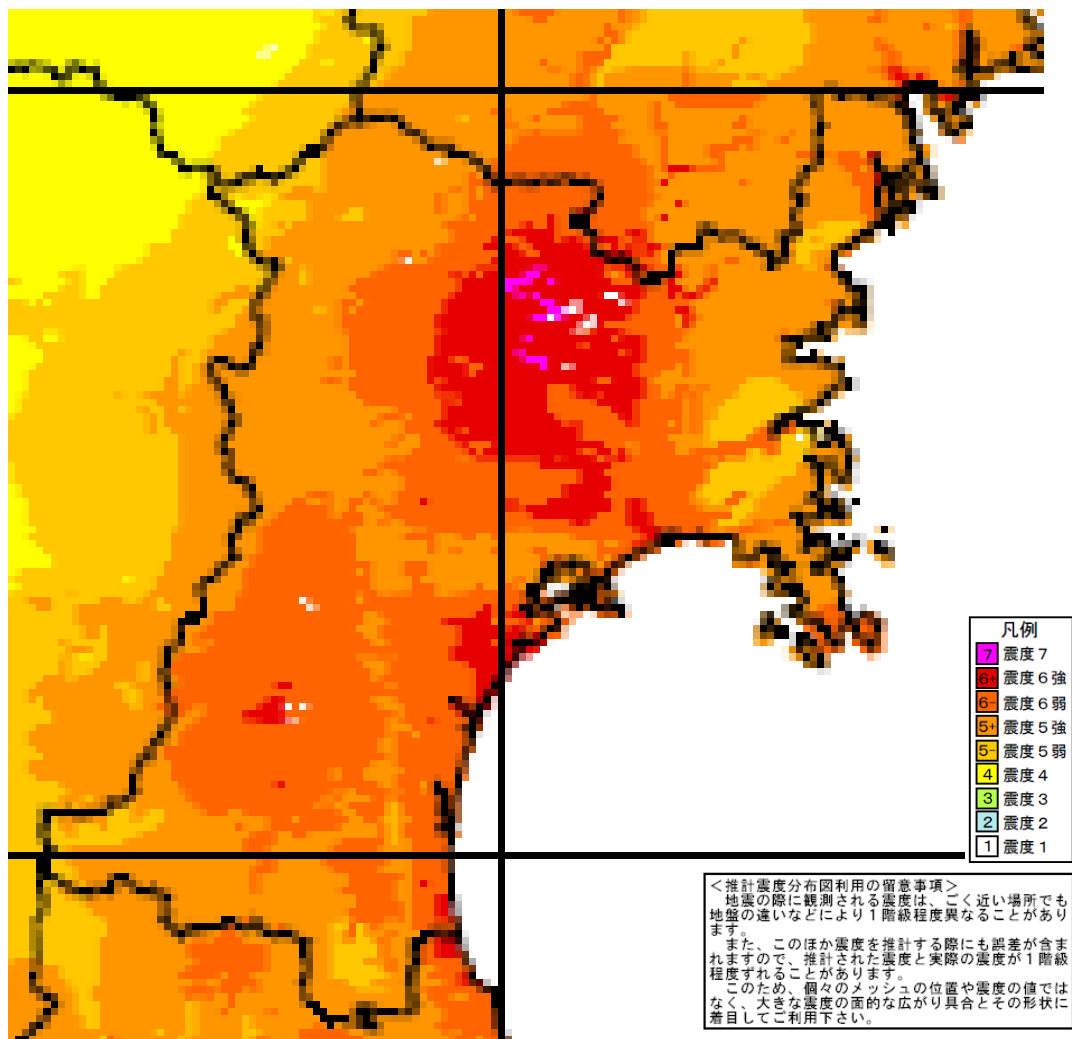


図 40 (参考) 2011/3/11 東北地方太平洋沖地震気象庁による推計震度分布

## ②宮城県沖地震（連動型）

県内の広い範囲で震度6弱，一部の地域で震度6強が予想される（図 41）。東北地方太平洋沖地震よりもマグニチュードが小さいため，震度も小さくなっている。

第四次調査での検討と比較して1階級程度震度が異なっている。これは強震動解析手法，地盤モデルを更新したことが主な原因と推測される。

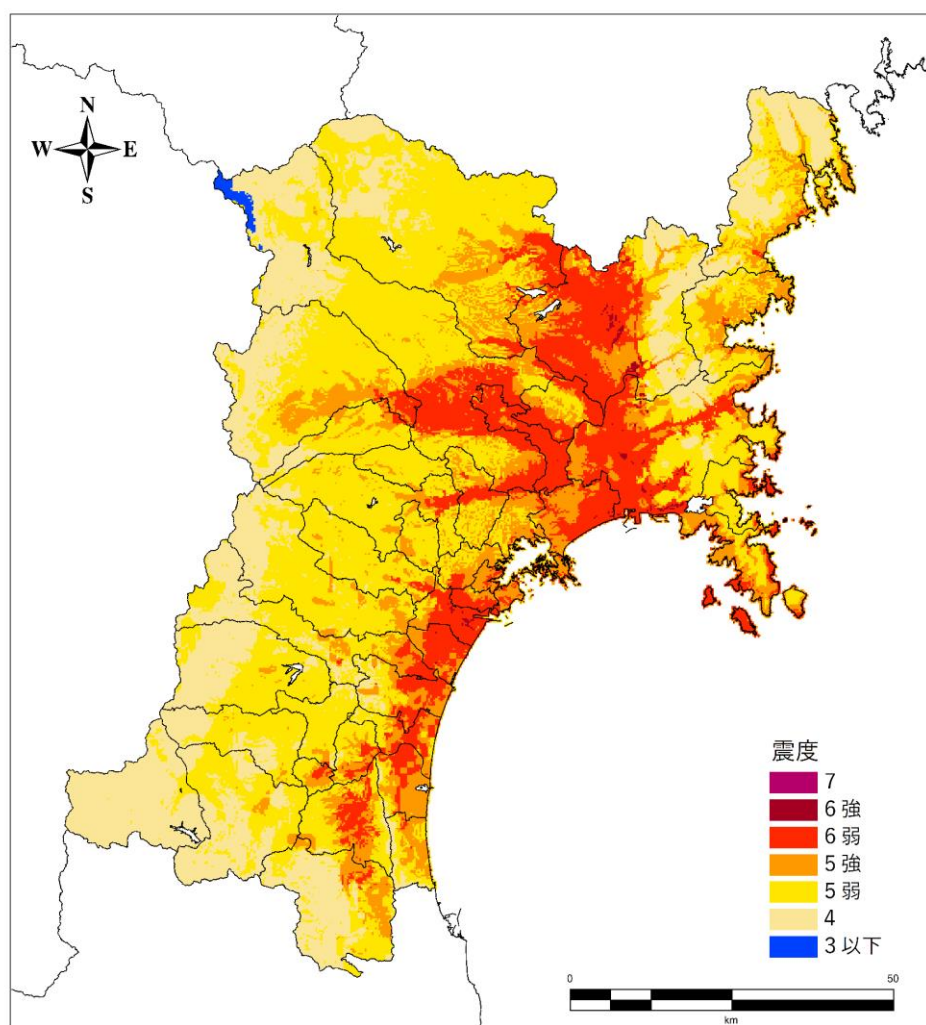


図 41 宮城県沖地震（連動型）による地表震度

### ③スラブ内地震

県内の広い範囲で震度6強，一部の地域で震度7が予想される（図 42）。また，過去のスラブ内地震と比較して全体的に震度が1階級程度大きくなっている。これは過去のスラブ内地震より，マグニチュードが大きく震源も近いと推測される。

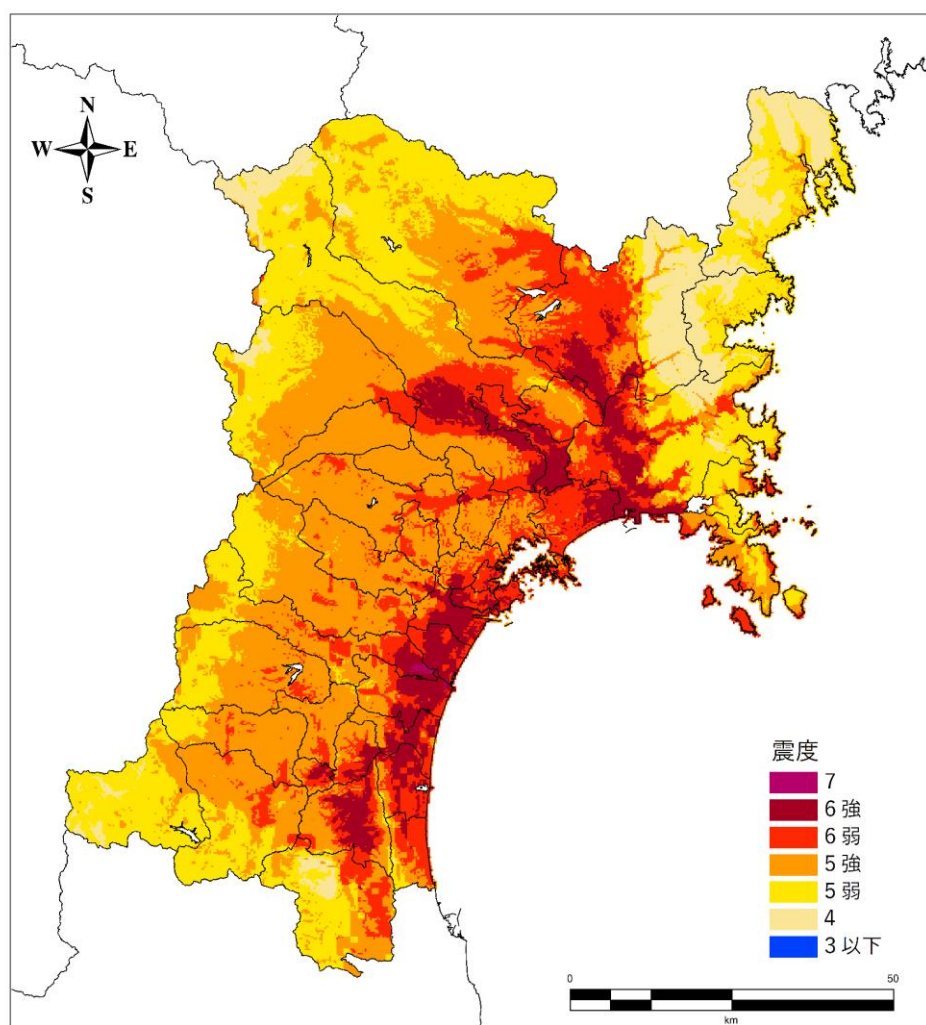


図 42 スラブ内地震による地表震度



#### ④長町 - 利府線断層帯地震

仙台圏を中心に震度6強, 一部の地域で震度7が予想される。また他の3つの地震と比較して震源が浅いため, 局所的に強い震動が予想される (図 43)。

第四次調査での検討と比較して震度階級1程度異なっているが, 強震動解析手法, 地盤モデルを更新したことが主な原因と推測される。

本調査で採用している計算手法では考慮できていないが, 実際に地震が発生した場合, 断層による地表のずれ, たわみが生じる可能性がある。

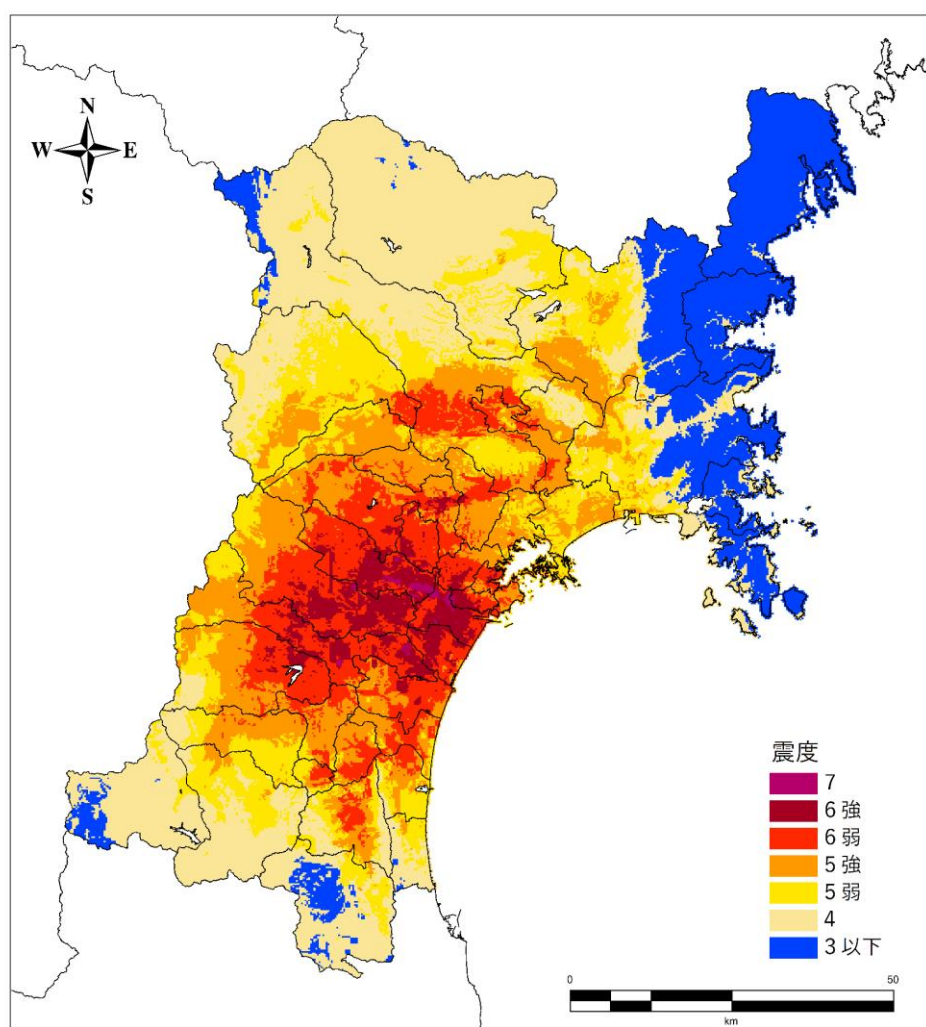


図 43 長町 - 利府線断層帯地震による地表震度

#### 6.1.7. その他

本調査では、強震動計算に統計的グリーン関数法を用いた。本手法は被害想定に広く用いられている実績ある手法であるが、一方で干渉、共振、指向性、方向性等を考慮できないという欠点がある。このような地震動と被害の関係について、実現象と今回の計算で考慮できていない部分があることに留意が必要である。