

図 40 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」(強震動予測レシピ)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 41)。

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° 東経 141.043°	
走向 θ		長期評価の端点を結ぶ方向	N231.9°E	
傾斜角 δ		「西傾斜35 - 45°」	40°	
すべり角 γ		「北西側隆起の逆断層」	90°	
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	1 km	
断層モデル長さ L_{model}		手続き化の方法に従い設定	42 km	
断層モデル幅 W_{model}		手続き化の方法に従い設定	18 km	
断層モデル面積 S_{model}		$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	756 km ²	
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 ²	
微視的震源パラメータ			ケース 1 ~ 4	
全面積 S_a		$S_a = \pi r^2, r = 7\pi/4 \cdot M_0 / (A \cdot R) \cdot \beta^2$	186.3 km ²	
平均すべり量 D_a		$D_a = \gamma_D \cdot D_{model}, \gamma_D = 2.0$	2.6 m	
実効応力 σ_a		$\sigma_a = \Delta\sigma_a = 7/16 \cdot M_0 / (r^2 \cdot R)$	15.0 MPa	
地震モーメント M_{0a}		$M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$	1.51E+19 Nm	
ペリ1面積 S_{a1}		$S_{a1} = S_a \cdot (2/3)$	124.2 km ²	
平均すべり量 D_{a1}		$D_{a1} = (\gamma_1 / \Sigma \gamma_i^3) \cdot D_a$	2.9 m	
実効応力 σ_{a1}		$\sigma_{a1} = \sigma_a$	15.0 MPa	
計算用面積		2km メッシュサイズ	120 km ²	
ペリ2面積 S_{a2}		$S_{a2} = S_a \cdot (1/3)$	62.1 km ²	
平均すべり量 D_{a2}		$D_{a2} = (\gamma_2 / \Sigma \gamma_i^3) \cdot D_a$	2.0 m	
実効応力 σ_{a2}		$\sigma_{a2} = \sigma_a$	15.0 MPa	
計算用面積		2km メッシュサイズ	60 km ²	
背景領域面積 S_b		$S_b = S_{model} - S_a$	569.7 km ²	
平均すべり量 D_b		$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	0.9 m	
実効応力 σ_b		$\sigma_b = (D_b / W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$	2.9 MPa	
地震モーメント M_{0b}		$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	1.64E+19 Nm	
計算用面積		2km メッシュサイズ	576 km ²	

(地震本部資料を一部更新)

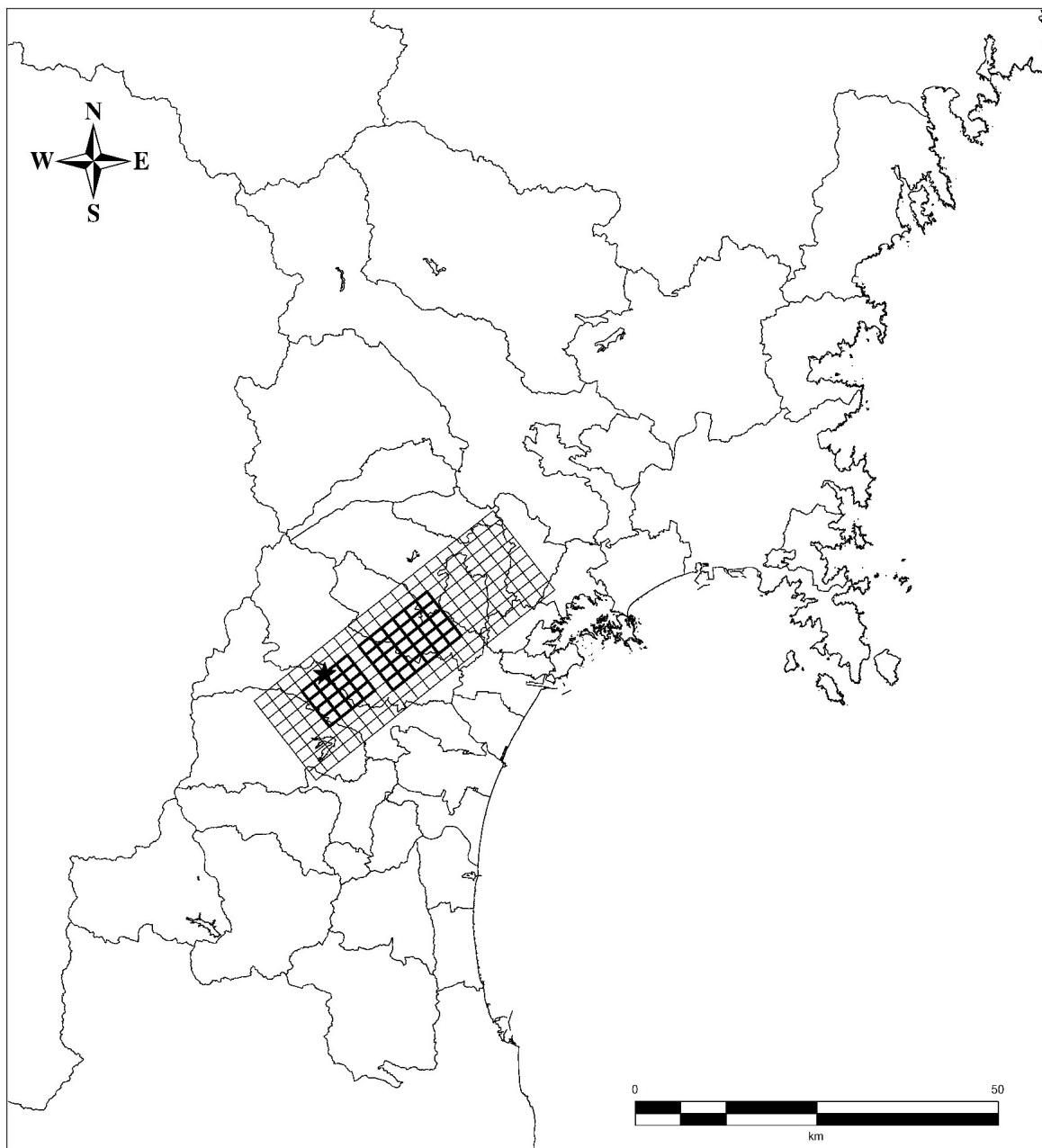


図 41 長町 - 利府線断層帯地震の断層モデル地表投影図
 ★：破壊開始点、矩形：要素断層、太線矩形：アスペリティ

2.4.1.6. 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42）。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43）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。

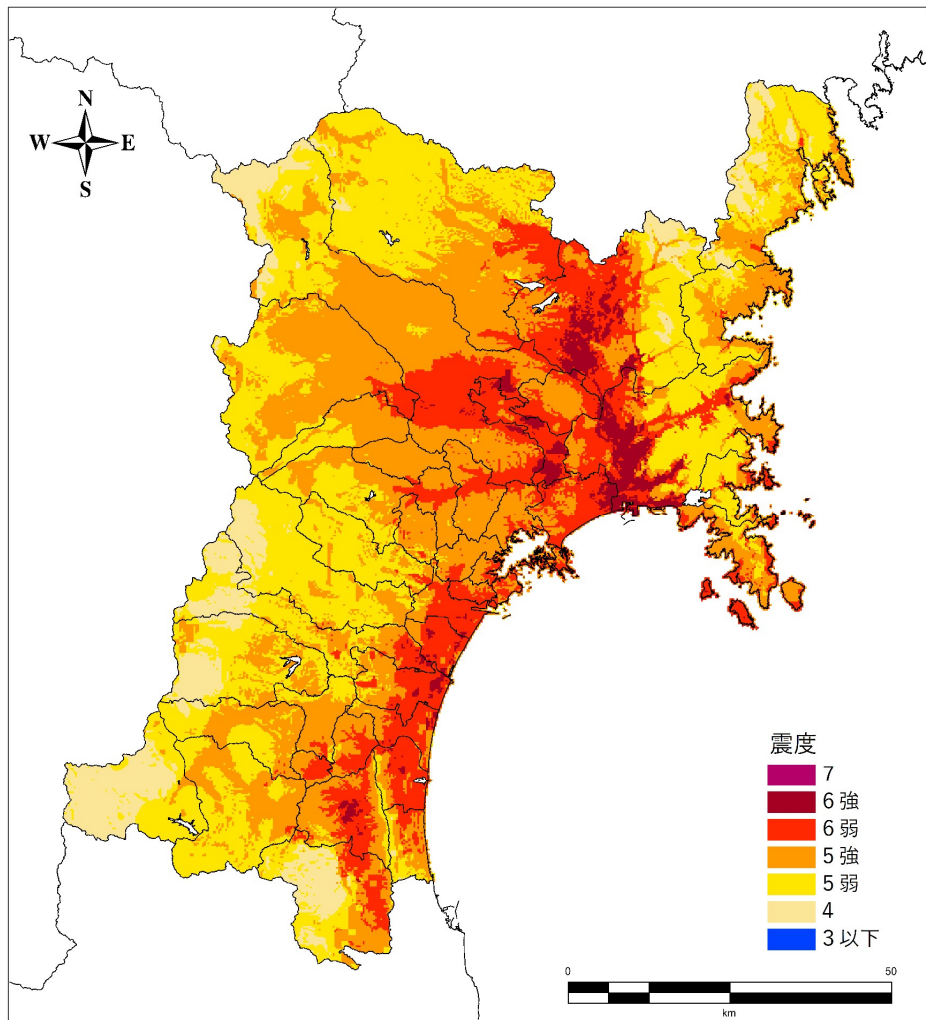


図42 東北地方太平洋沖地震による地表震度

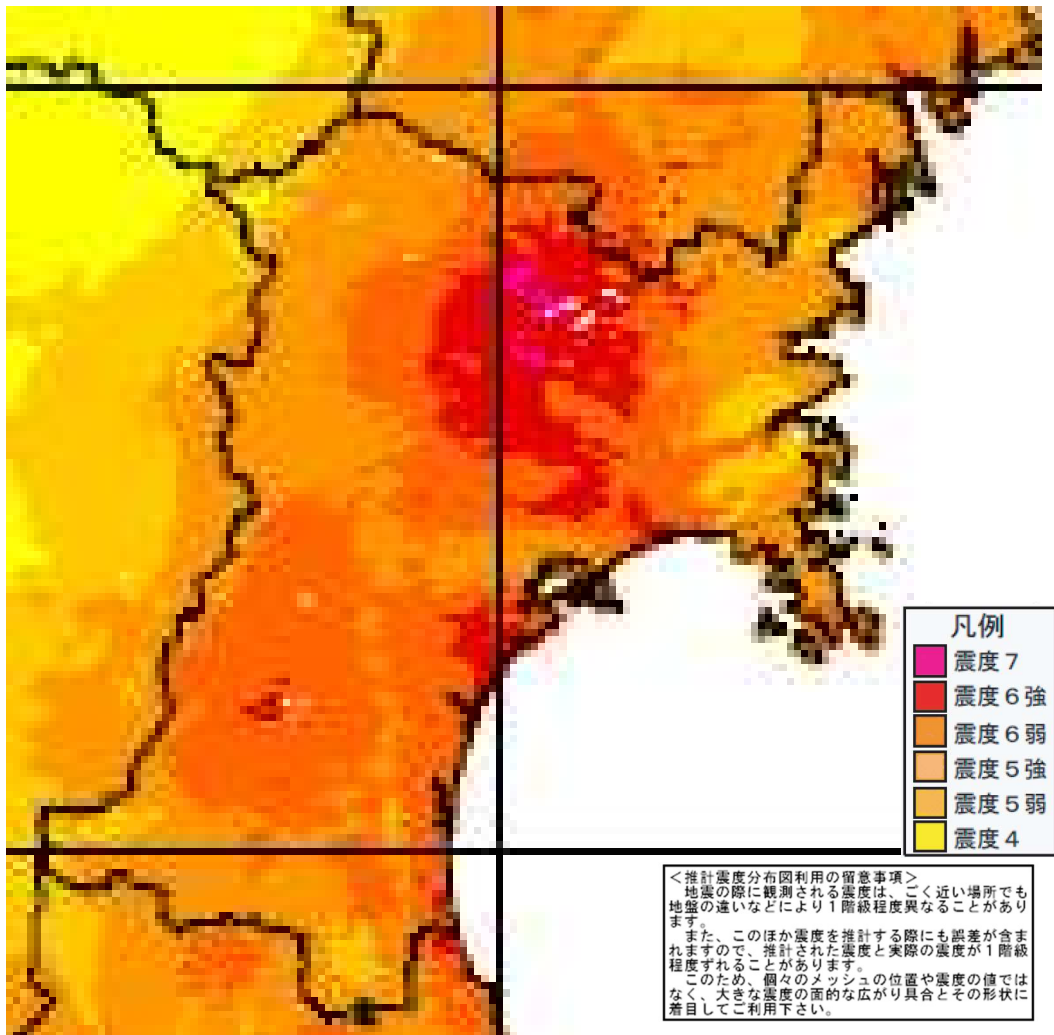


図 43 (参考) 2011/3/11 東北地方太平洋沖地震気象庁による推計震度分布

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44）。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。

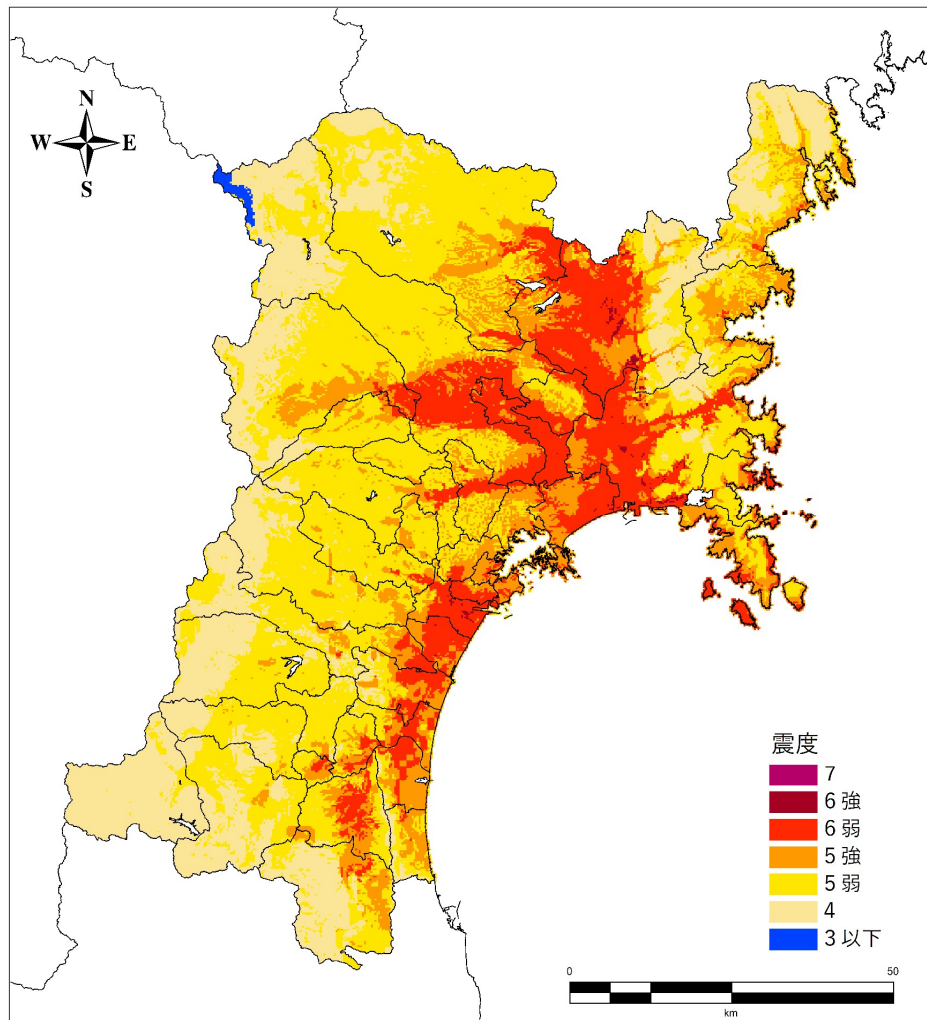


図44 宮城県沖地震（連動型）による地表震度

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45)。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。

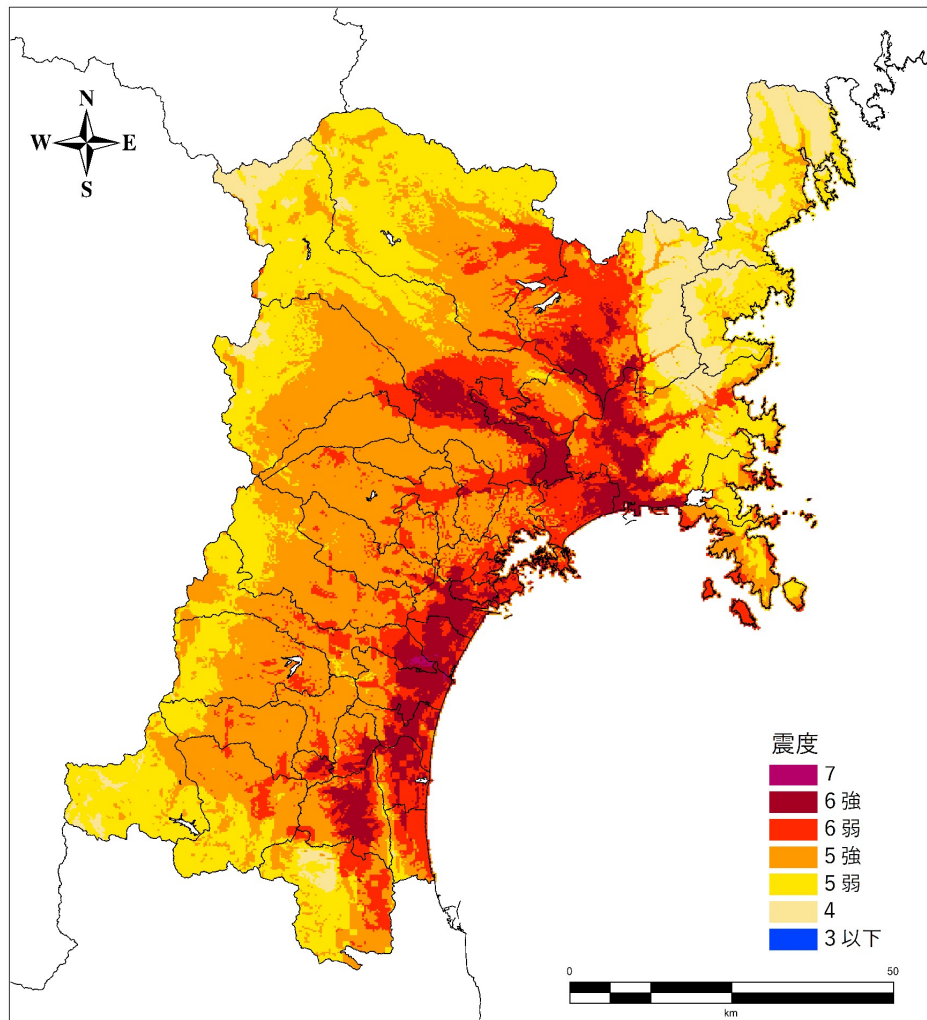


図 45 スラブ内地震による地表震度

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46)。

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。

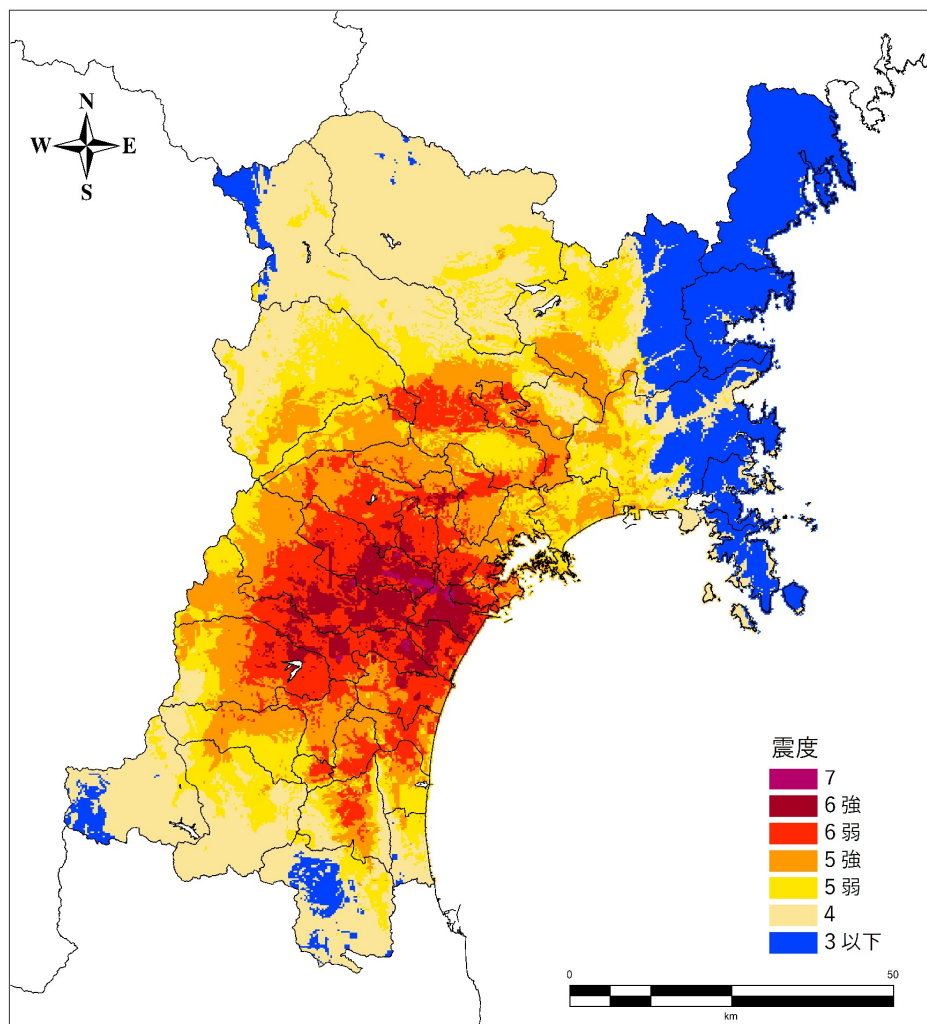


図46 長町 - 利府線断層帯地震による地表震度

2.4.1.7. 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。今回の計算による地震動特性は、実現象としての地震動と被害の関係が十分に考慮されていない部分があることに留意する必要がある。

(補足) 断層近傍の強震動及び永久変位について

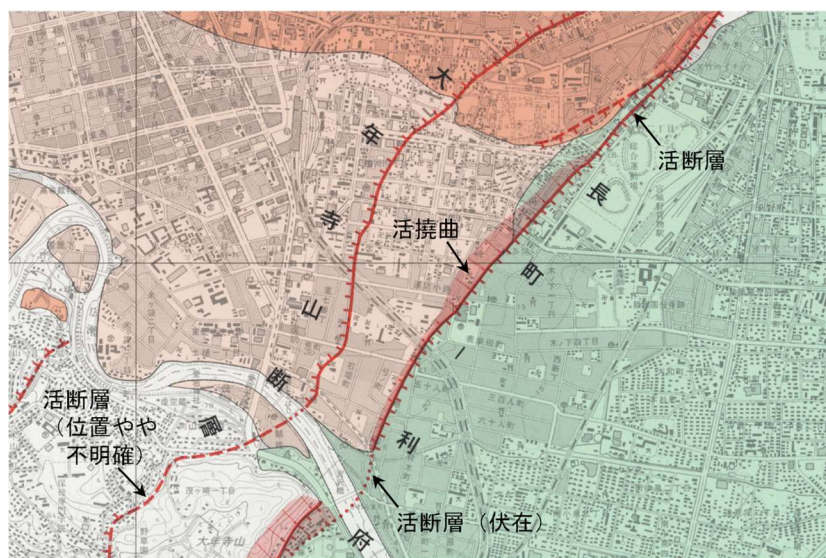
2016年熊本地震以降、浅部地盤の断層破壊を考慮することにより断層近傍の強震動及び永久変位を再現できる断層モデルに関する研究が、地震関連の学会や地震本部強震動部会でも報告されている(例えば、小穴・他 2019)。一方、本調査では、レシピで説明のある強震動計算のうち、国や自治体の被害想定で広く採用されている以下の方法を用いた。

- ・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

また、断層モデルはレシピ及び「全国地震動予測地図 2020 年版」を参考に設定。上端深さ、アスペリティは第四次想定検討に基づき設定した。

活断層の位置は重ねるハザードマップ、もしくは地理院地図で確認できる。

〔 重ねるハザードマップ (<https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/maps/index.html>) に移動し
〔すべての情報から選択〕 → 「土地の特徴・成り立ち」 → 「活断層図」と遷移。〕



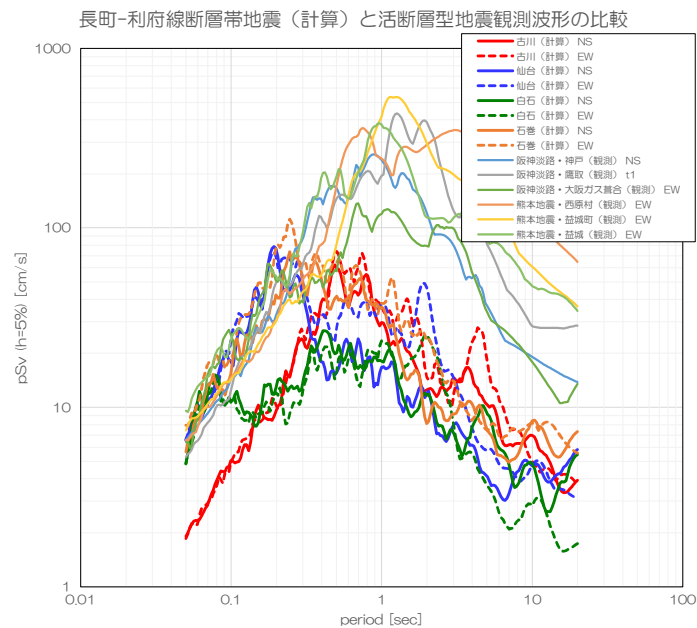
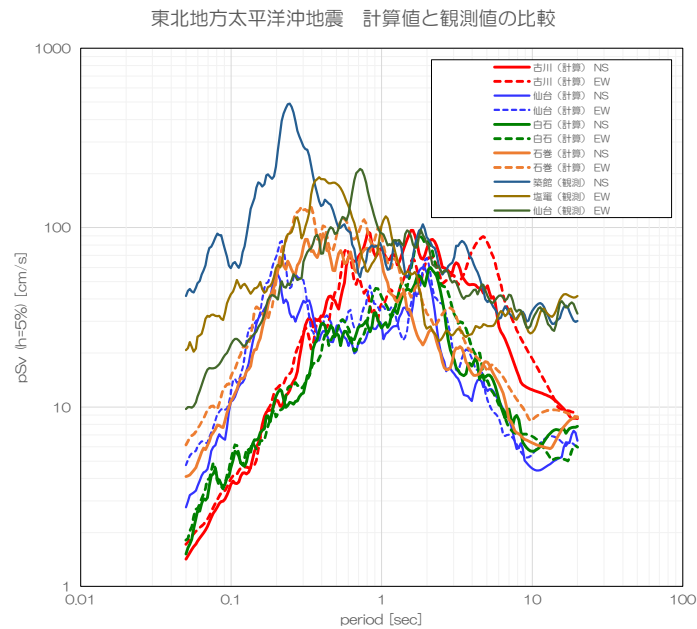
活断層図 (国土地理院HPで閲覧可能)

長町 - 利府線断層帯は、上図に示すとおり活撓曲が特徴であり、広い範囲で地面に傾きが現れている。撓曲によって直ちに建物の破壊に至らなくても、資産には影響が生じ、住宅の場合は居住ができなくなる可能性がある。

(補足) 擬似速度応答スペクトルの比較について

代表的な観測点における擬似速度応答スペクトルについて整理した。地震動は振幅・経時・周期という複数の要素によって構成されているため、指標を変えるとその大小関係は変わることがある。(計測震度の大小は、必ずしも地震動の強弱とはならない。何を基準とするかによって変わる。)

今回の計算結果と過去の著名な地震の観測記録を比較(下図、地表面で比較)したところ、地震動を過小に評価している可能性がある。特に、長町-利府線断層帯地震に対する仙台の応答スペクトルが過小評価である。応答スペクトルによる建物被害予測を行う場合には問題となる可能性があるが、本調査では震度を基準に被害量を推計しており、図42及び図43に示すように震度ベースでは今回の計算は過去地震の観測結果を概ね再現できている。



2.4.1.8. 参考図（その他の計算結果）

図 47～図 74 に最大地表速度、最大工学的基盤速度、工学的基盤における擬似速度応答値の計算結果を示す。

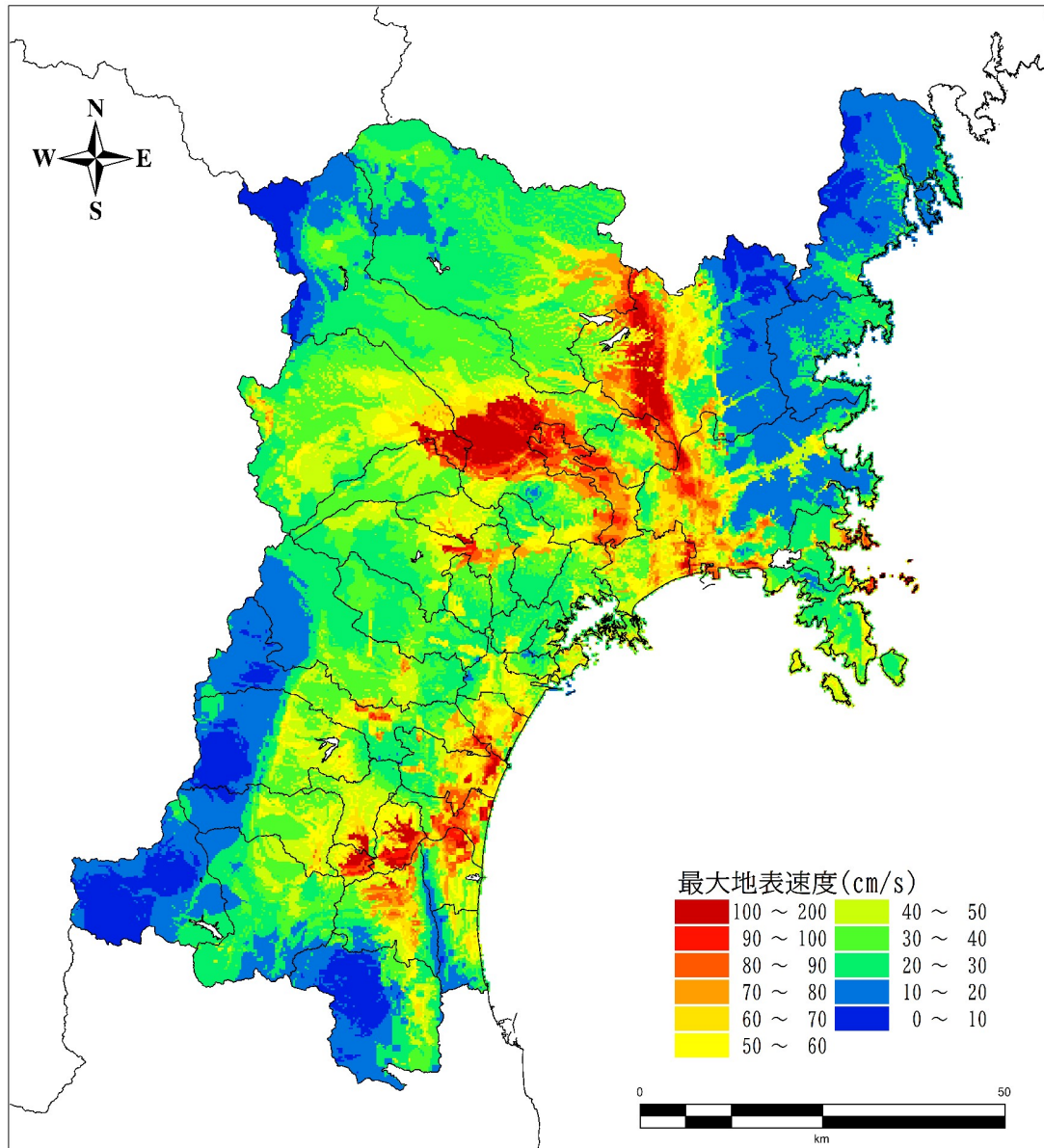


図 47 最大地表速度 東北地方太平洋沖地震

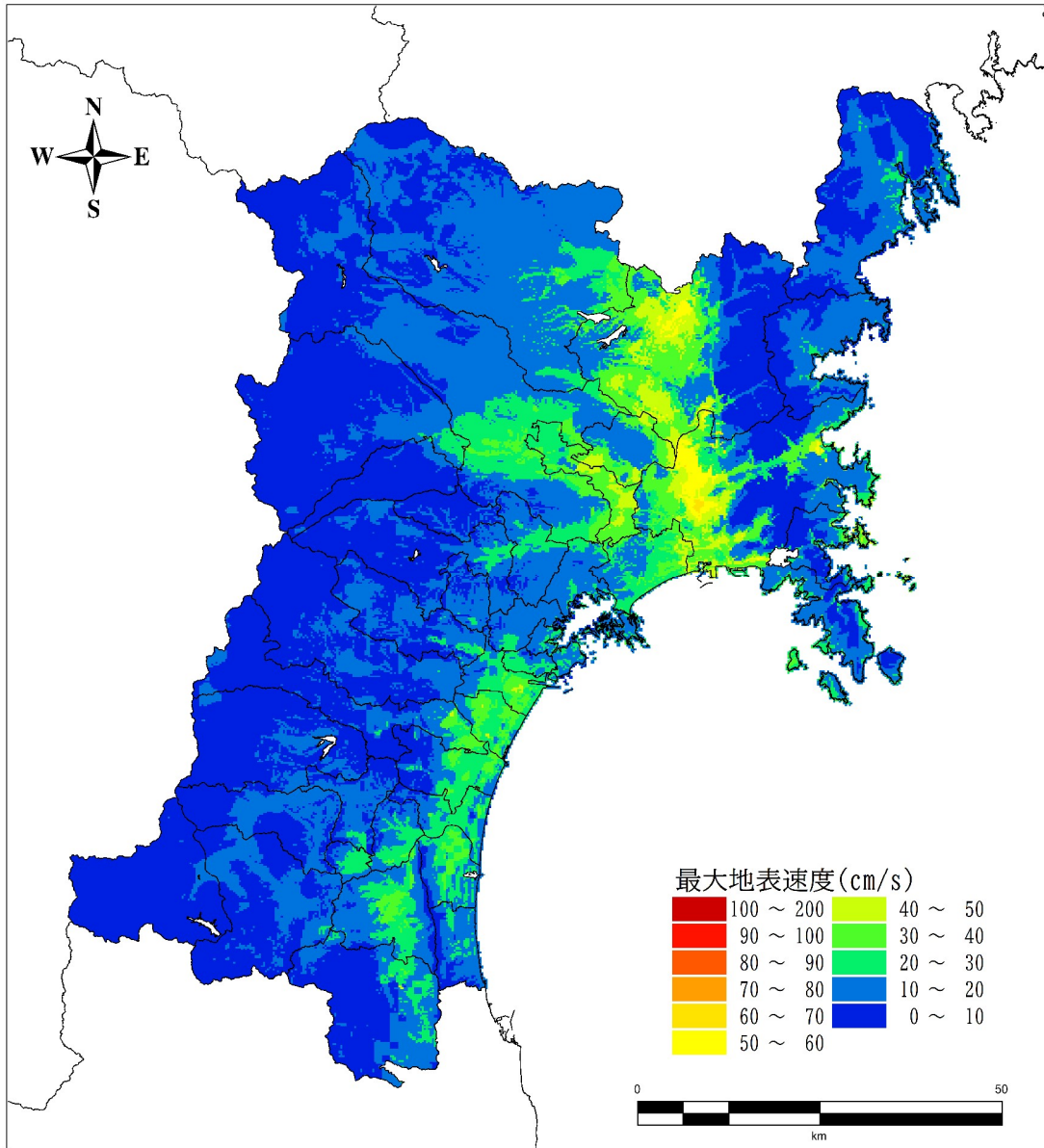


図 48 最大地表速度 宮城県沖地震（連動型）