

千葉県 地震防災講演会 2009年3月3日

千葉県の地震被害想定調査結果 と地盤・建物(中級編)

千葉大学 大学院工学研究科
建築・都市科学専攻
中井 正一

内 容

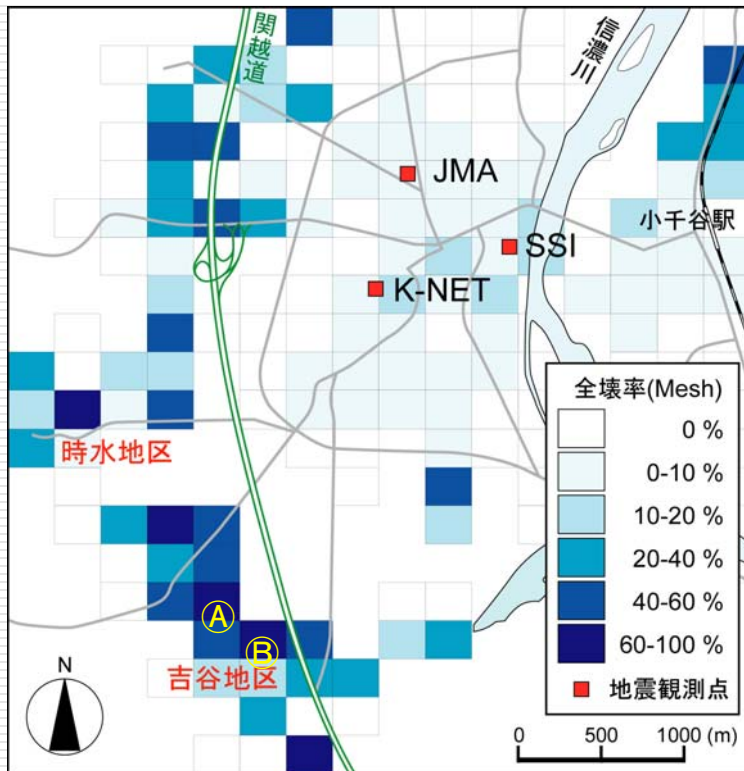
- 地形・地盤と地震被害
 - 地形・地盤と地震のゆれ
 - 表層地盤構造のモデル化
 - 斜面近傍地盤の震動特性
 - 埋め立て地盤の震動特性
 - 切盛地盤の震動特性
 - 平成19年度千葉県地震被害想定結果の概要
 - 地震被害想定結果の利用(時間があれば)
 - 地震直後の避難シミュレーション
-

地形・地盤と地震被害

2004年 新潟県中越地震



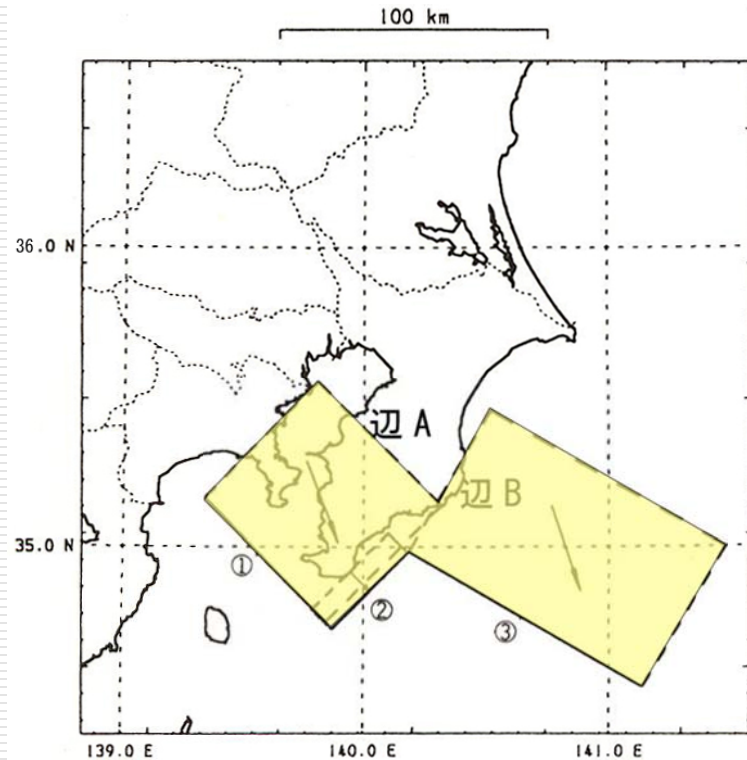
小千谷市内の建物被害分布 中越地震



千葉市北西部の地形



地震被害想定に見る地形の影響 (1)

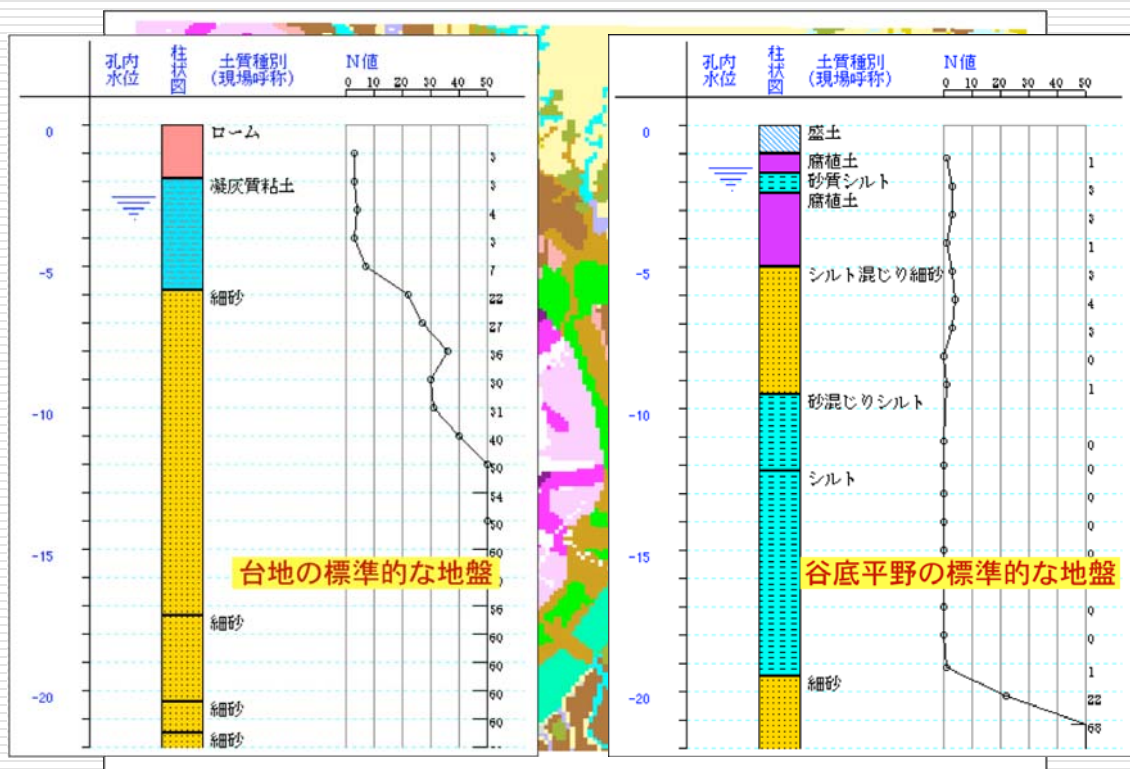


想定地震

(注)
 平成8年度版に基づく
 千葉大での検討
 (平成19年度の県の検討とは異なる)

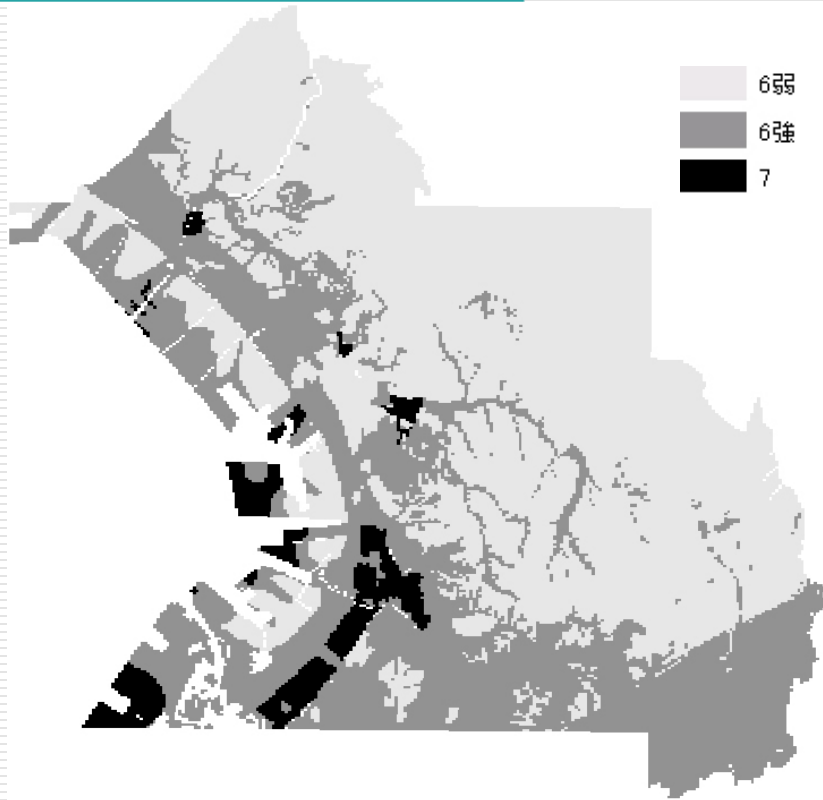
1703年
 元禄地震

地震被害想定に見る地形の影響 (2)



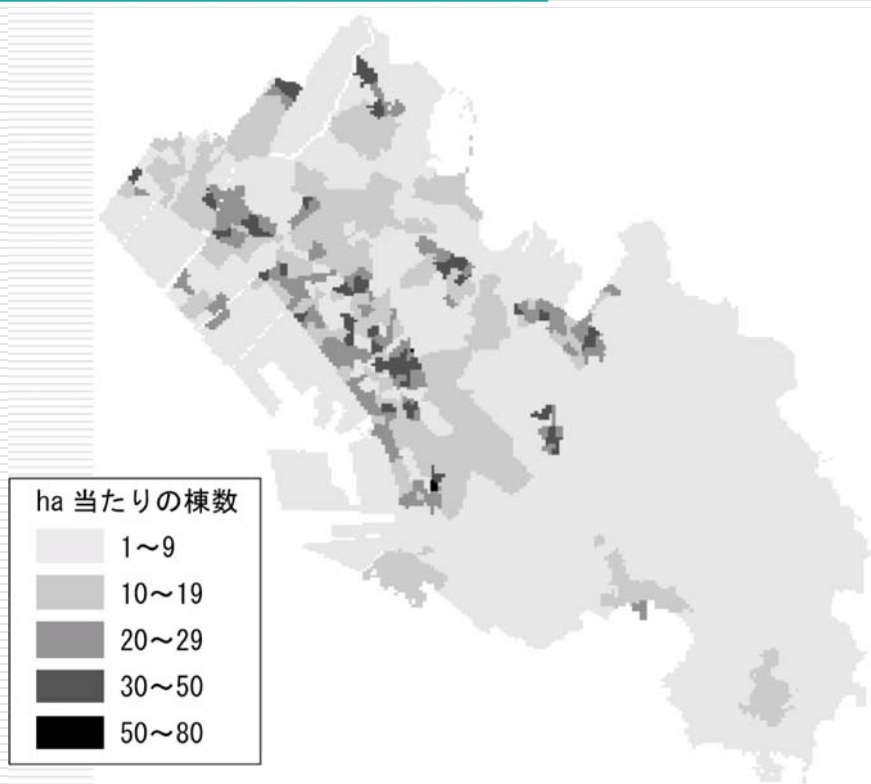
千葉市の表層地盤モデル

地震被害想定に見る地形の影響 (3)



震度分布

地震被害想定に見る地形の影響 (4)



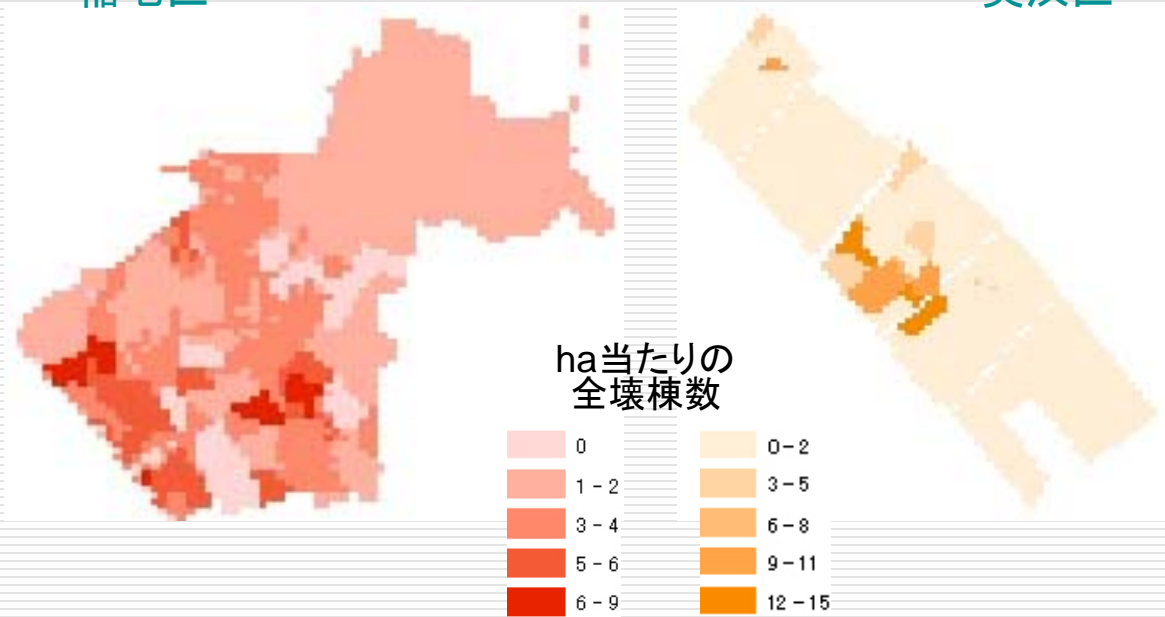
木造建物分布

地震被害想定に見る地形の影響 (5)

木造建物倒壊数

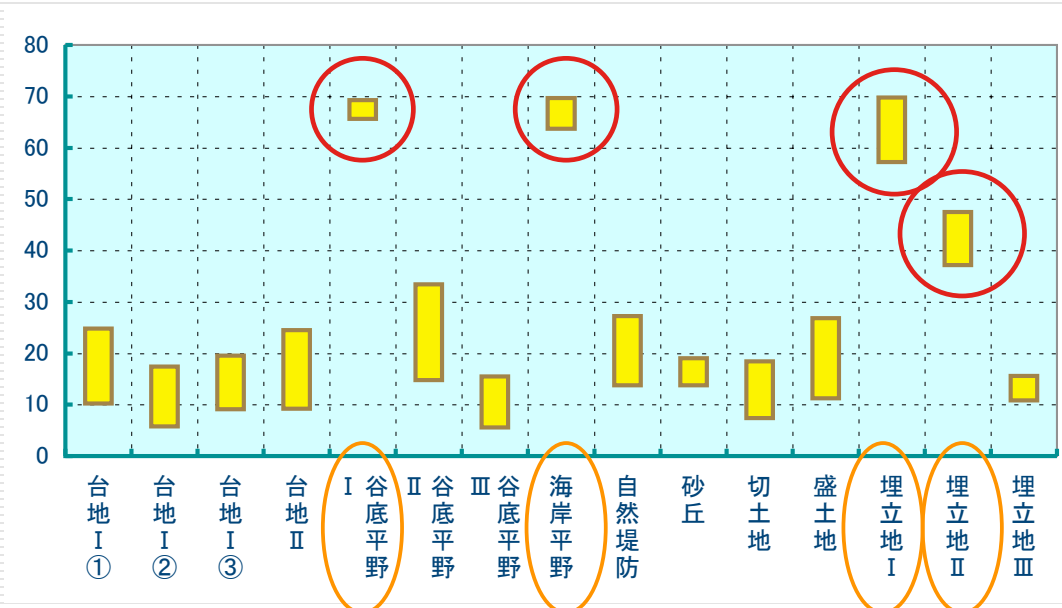
稲毛区

美浜区



地震被害想定に見る地形の影響 (6)

地形別被害率



まとめ

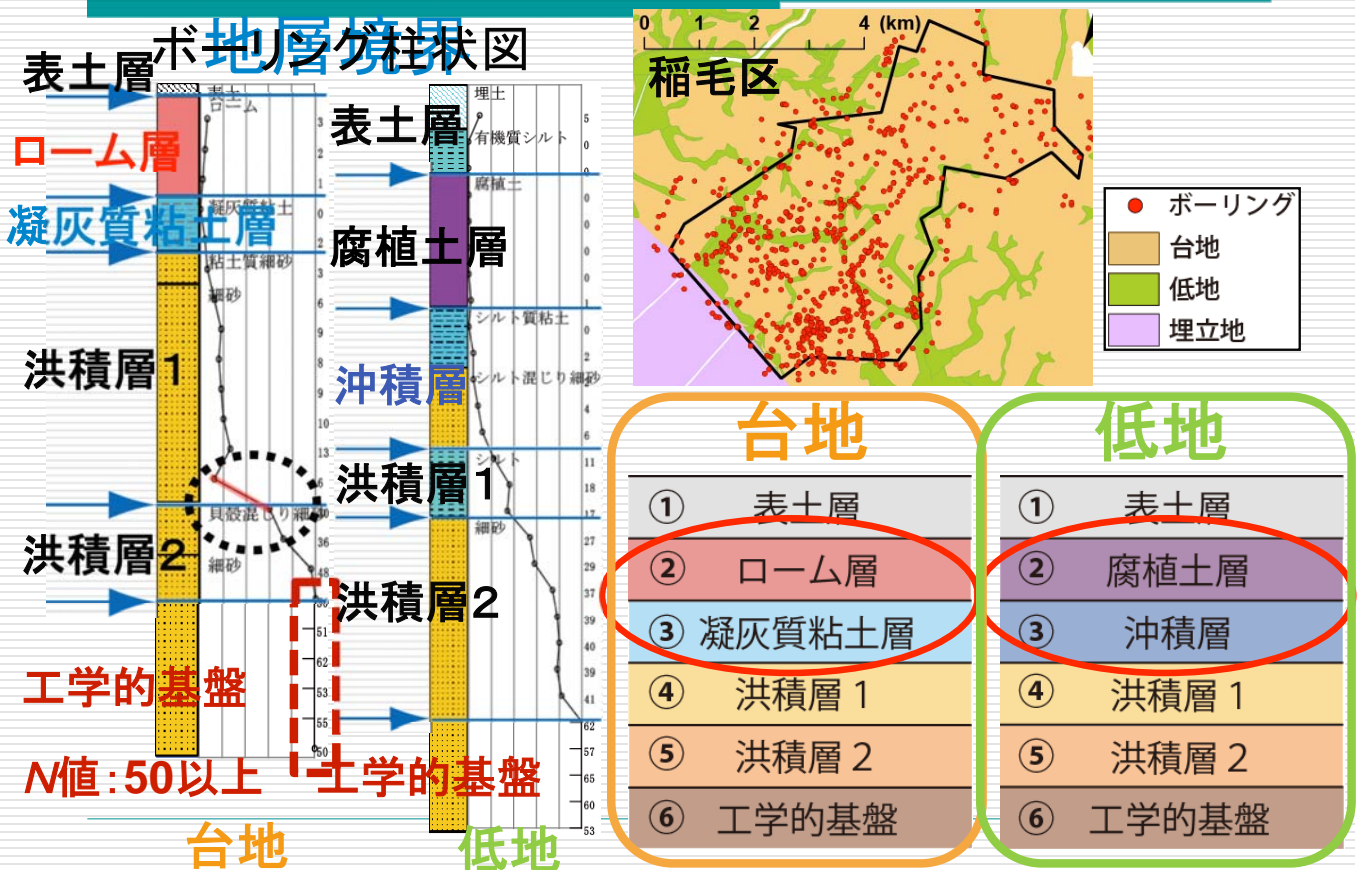
- 地震被害は地形・地盤と密接な関係がある。
 - 千葉市(千葉県)の地形は、台地・低地・埋立地に大別される。
 - 台地に比べ、低地・埋立地の地震災害リスクは一般に高い。
 - 地形・地盤に関する詳細な知識を考慮した地震被害の想定により、きめ細かな防災計画の立案が可能になる。
-

地形・地盤と地震のゆれ

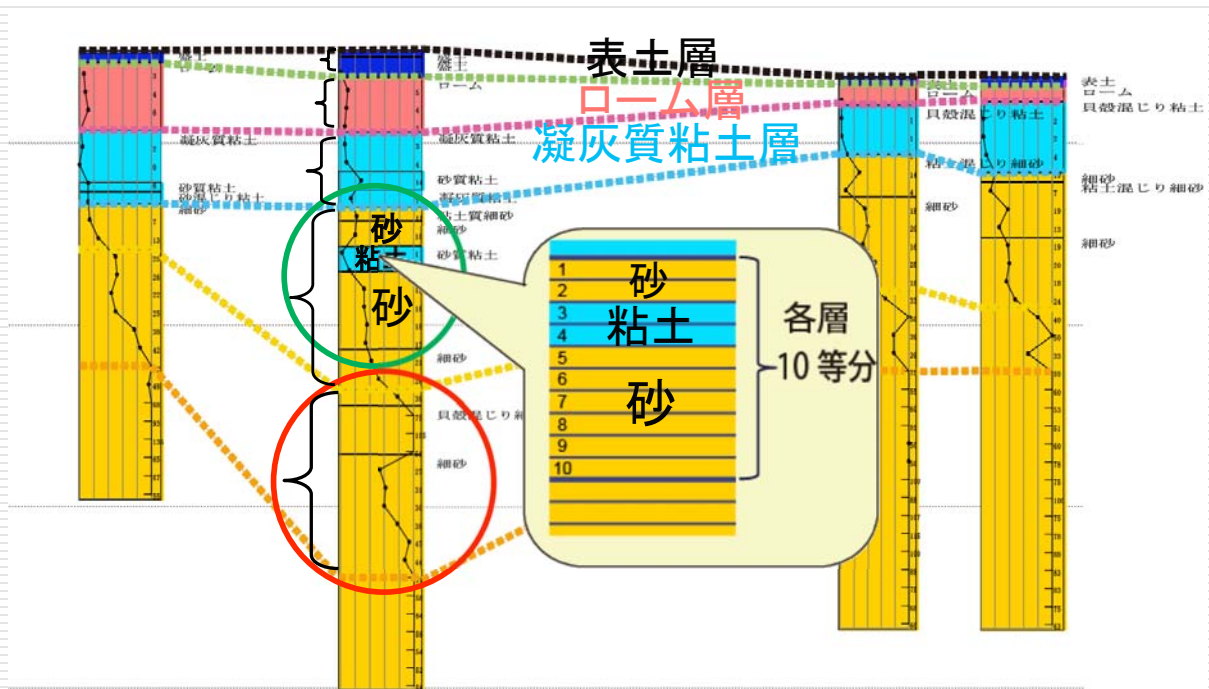
表層地盤(浅部地盤構造)のモデル化

— 50mメッシュの場合 —

表層地盤モデルの地層境界設定

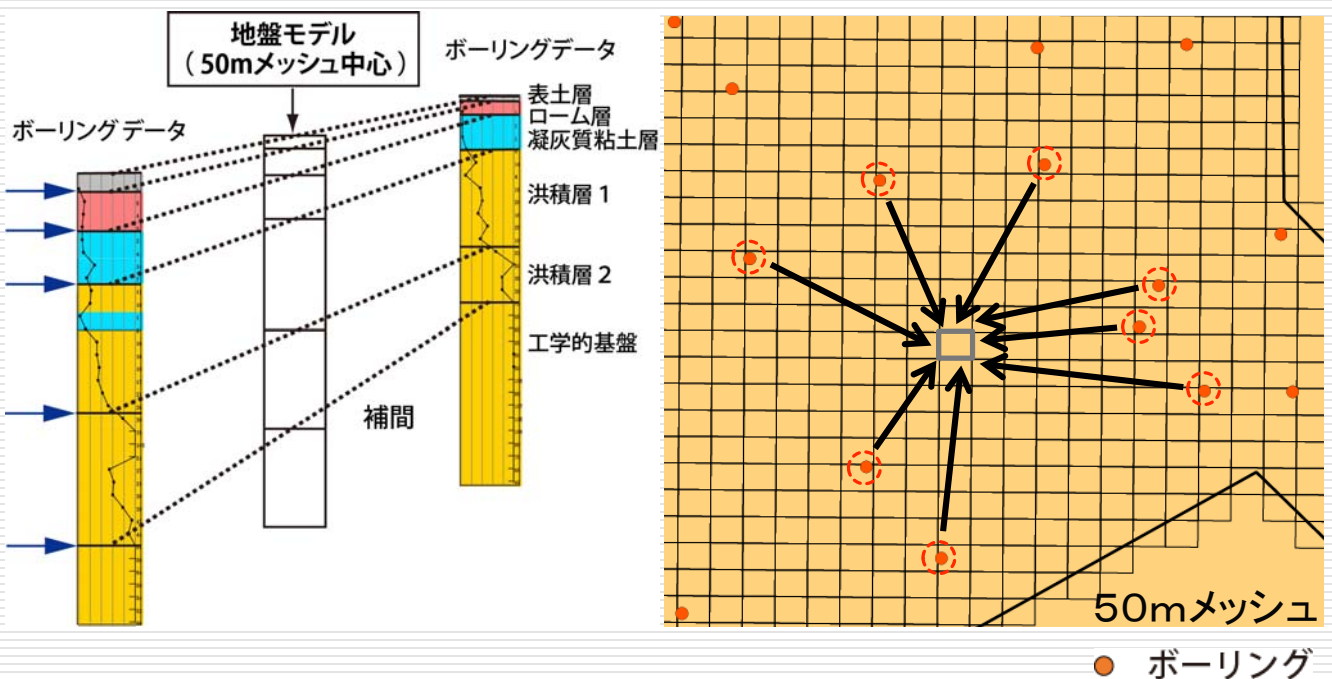


各層の細分化

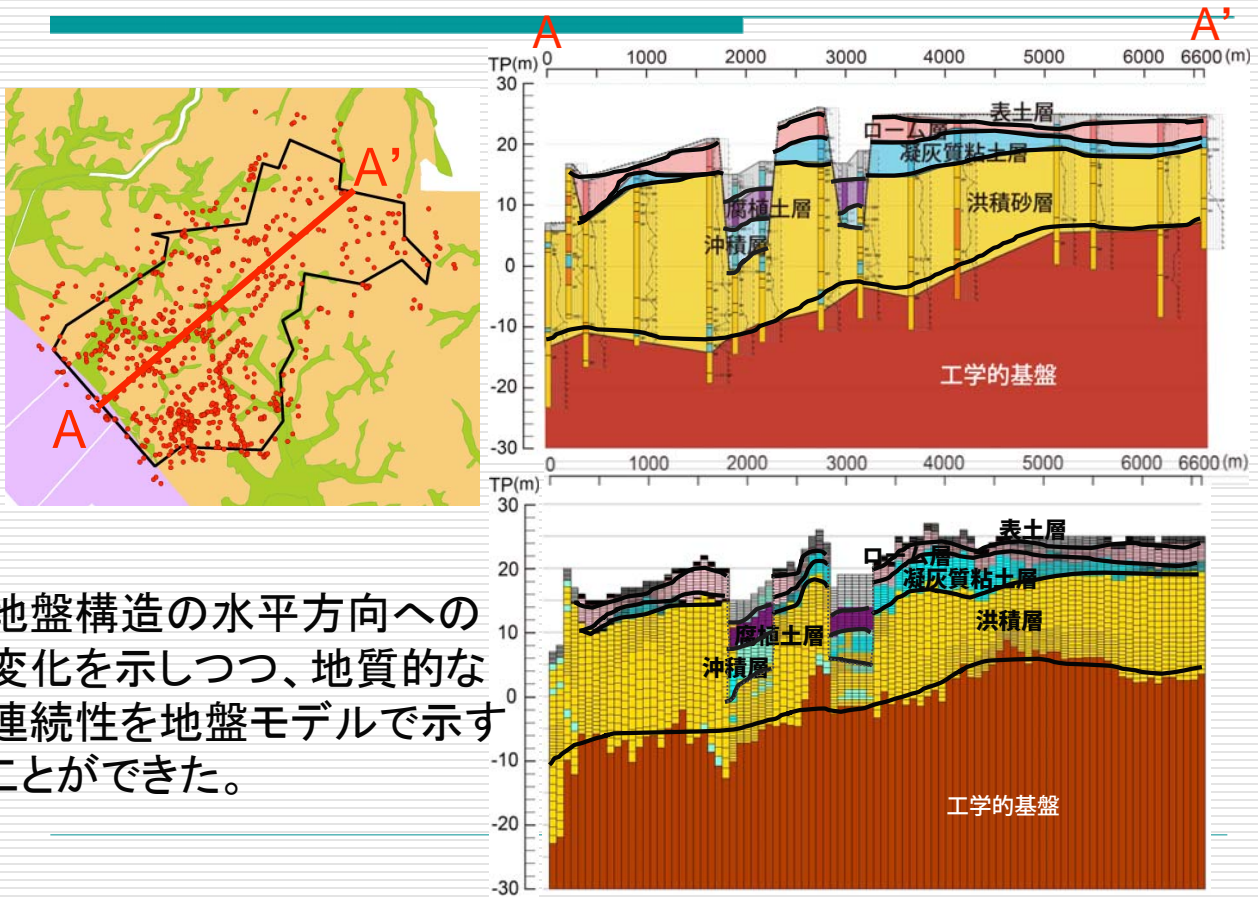


同じ層内でも、土質・N値はばらついている。

ボーリングデータとメッシュとの対応

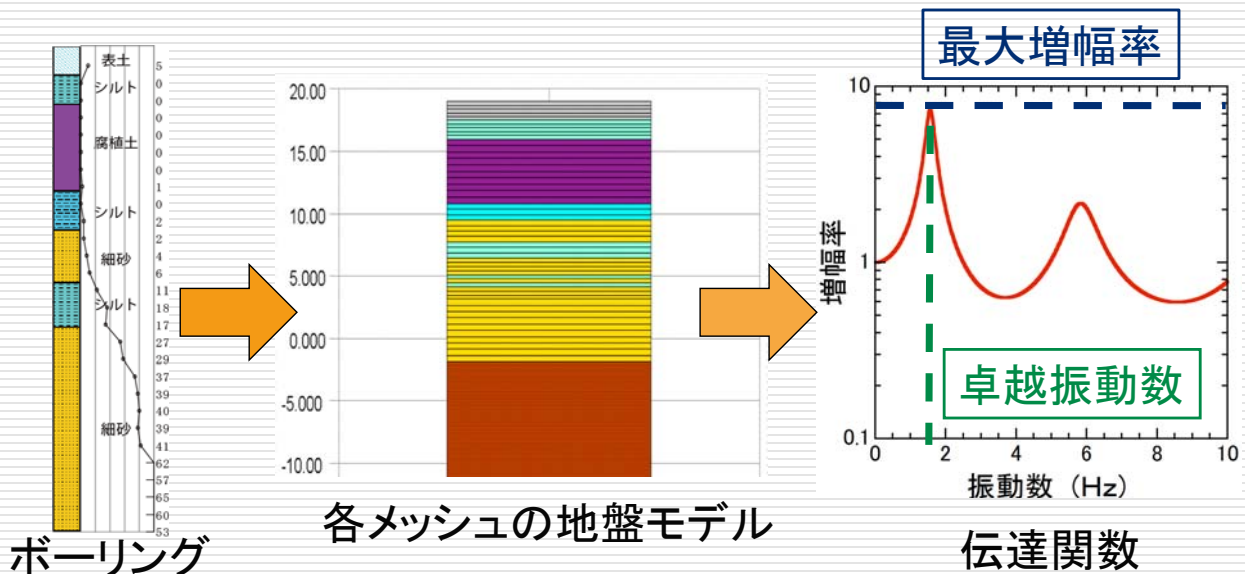


表層地盤モデルの地質断面

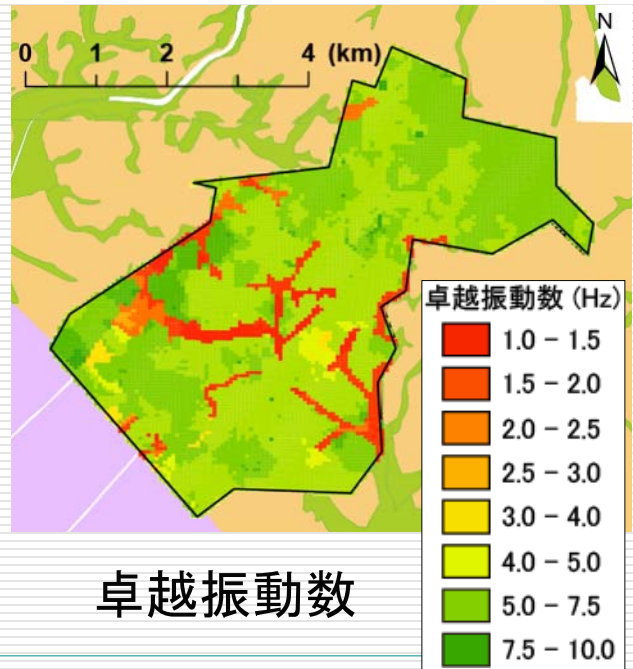
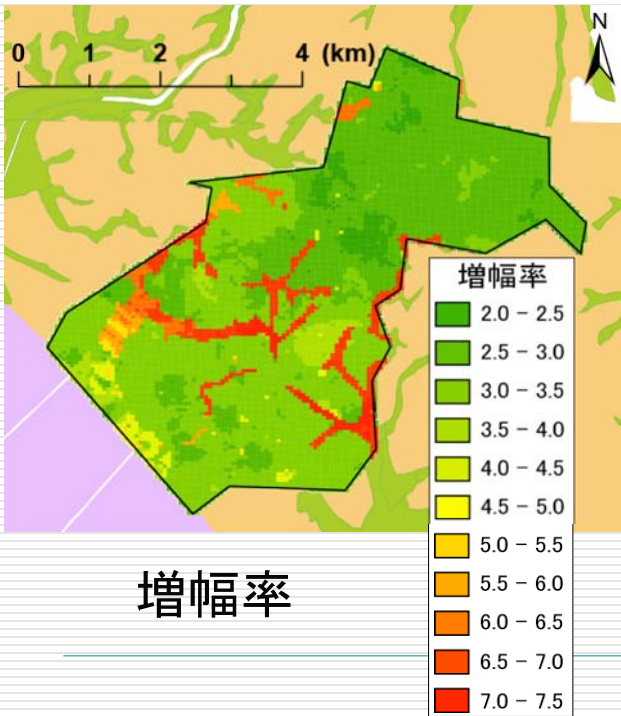


地盤振動特性の評価

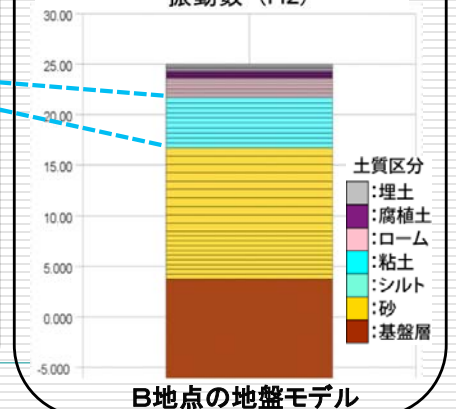
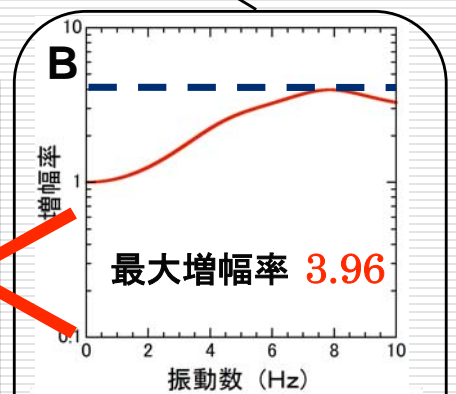
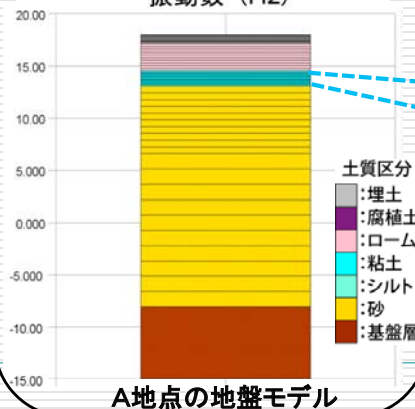
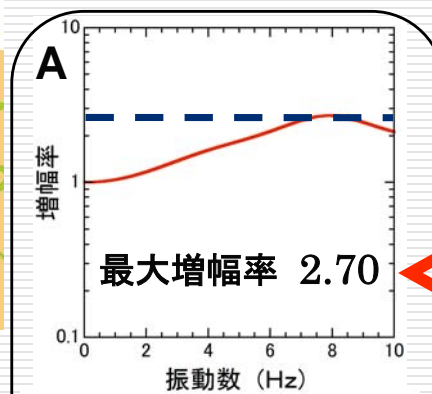
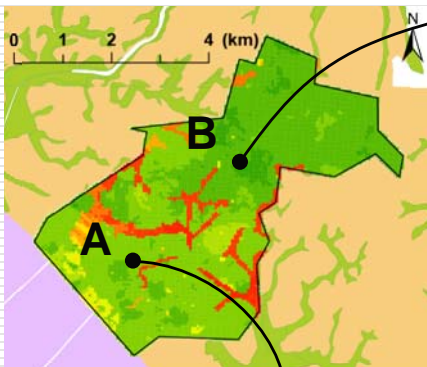
- 作成した表層地盤モデルに基づき、一次元波動伝播解析により、地盤振動特性を評価する。



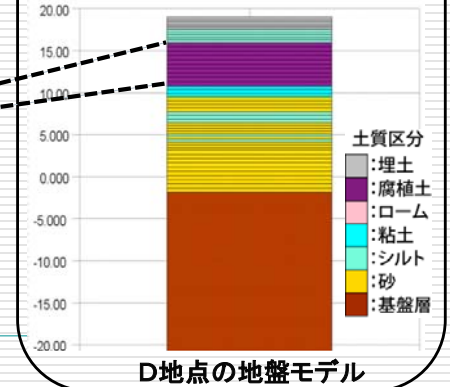
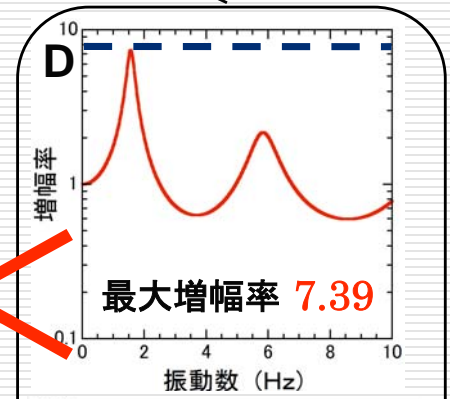
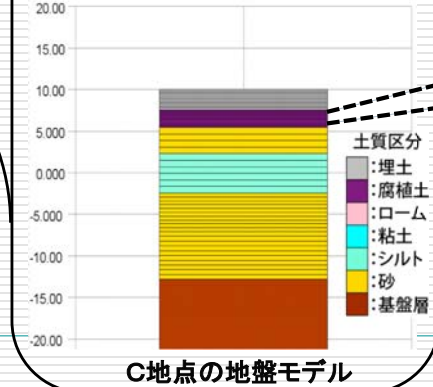
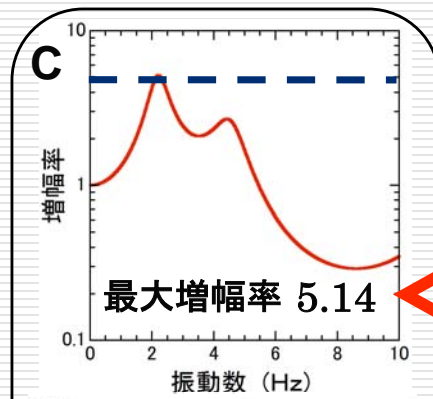
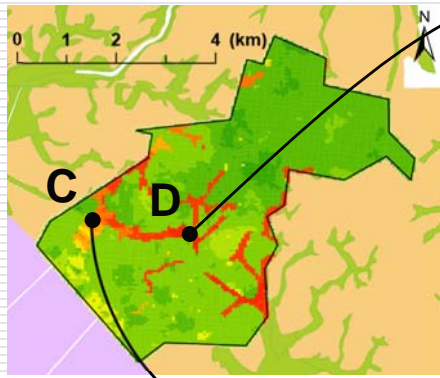
稲毛区の地盤振動特性



台地の地盤増幅率

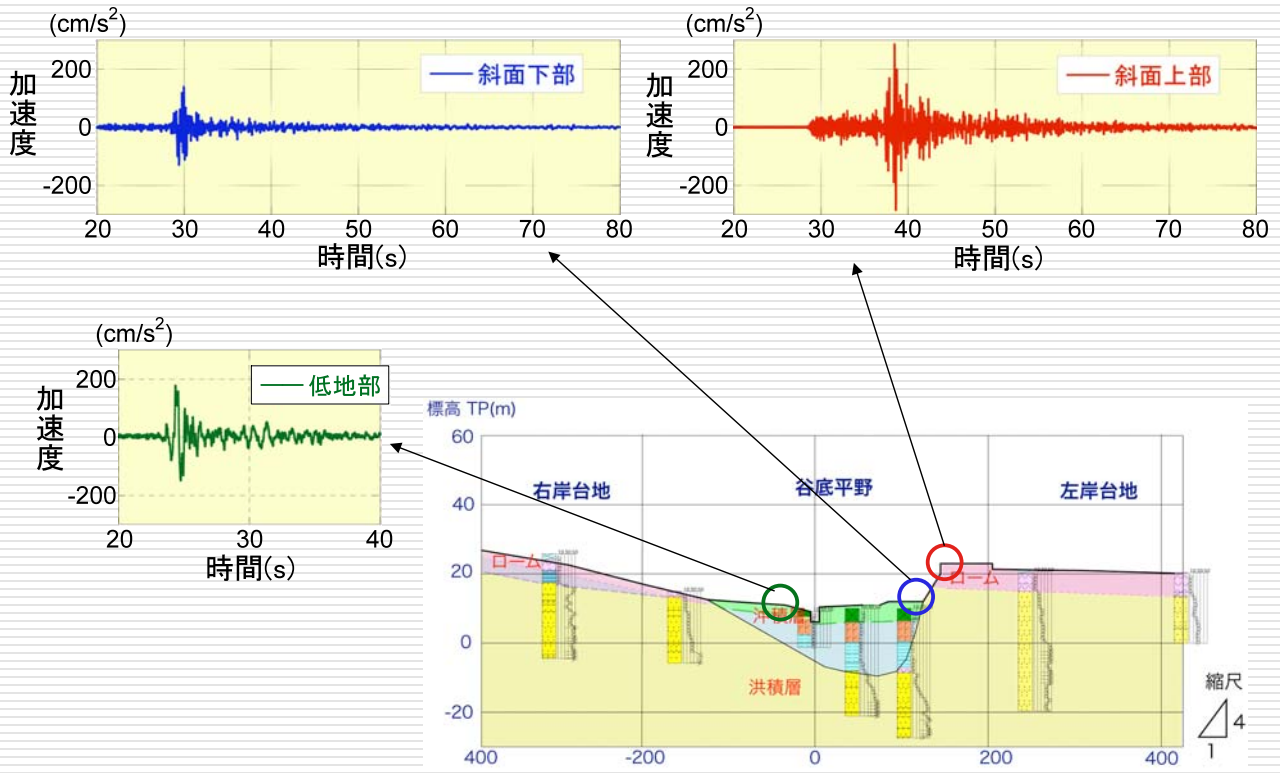


低地の地盤増幅率



斜面近傍地盤の震動特性

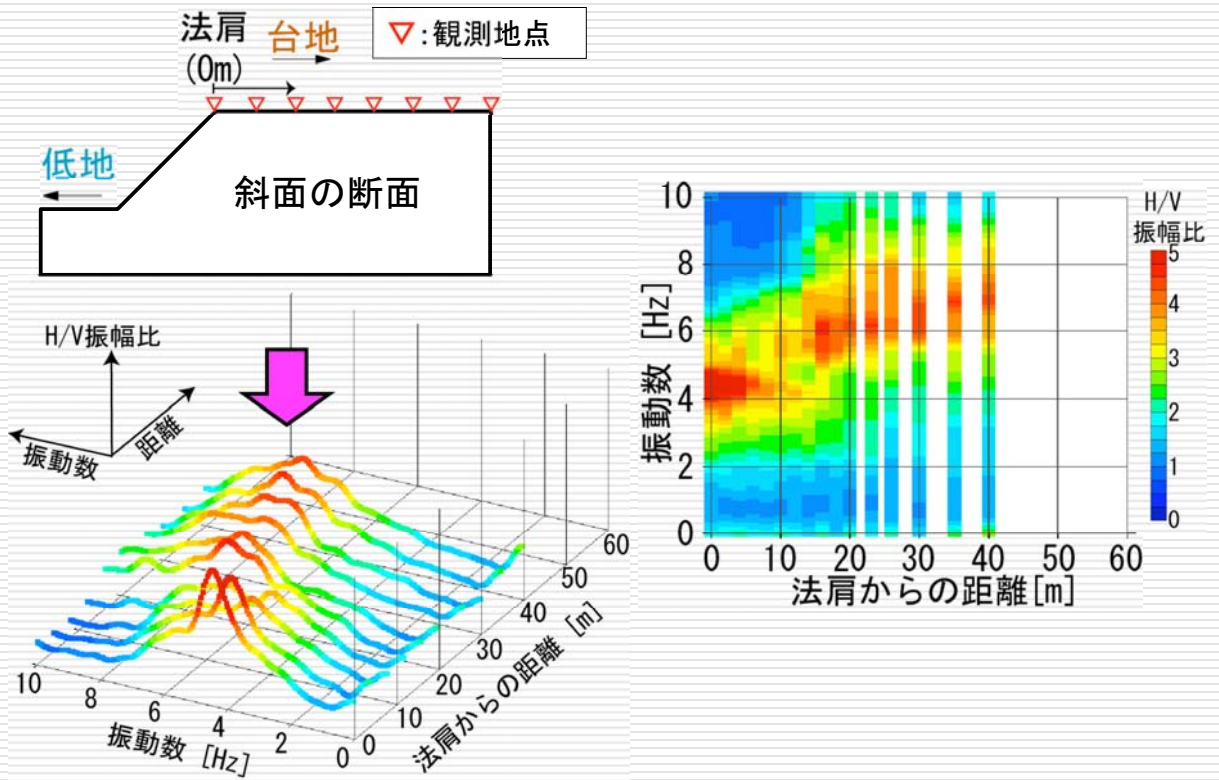
崖地形による災害リスク



斜面近傍地盤の常時微動観測

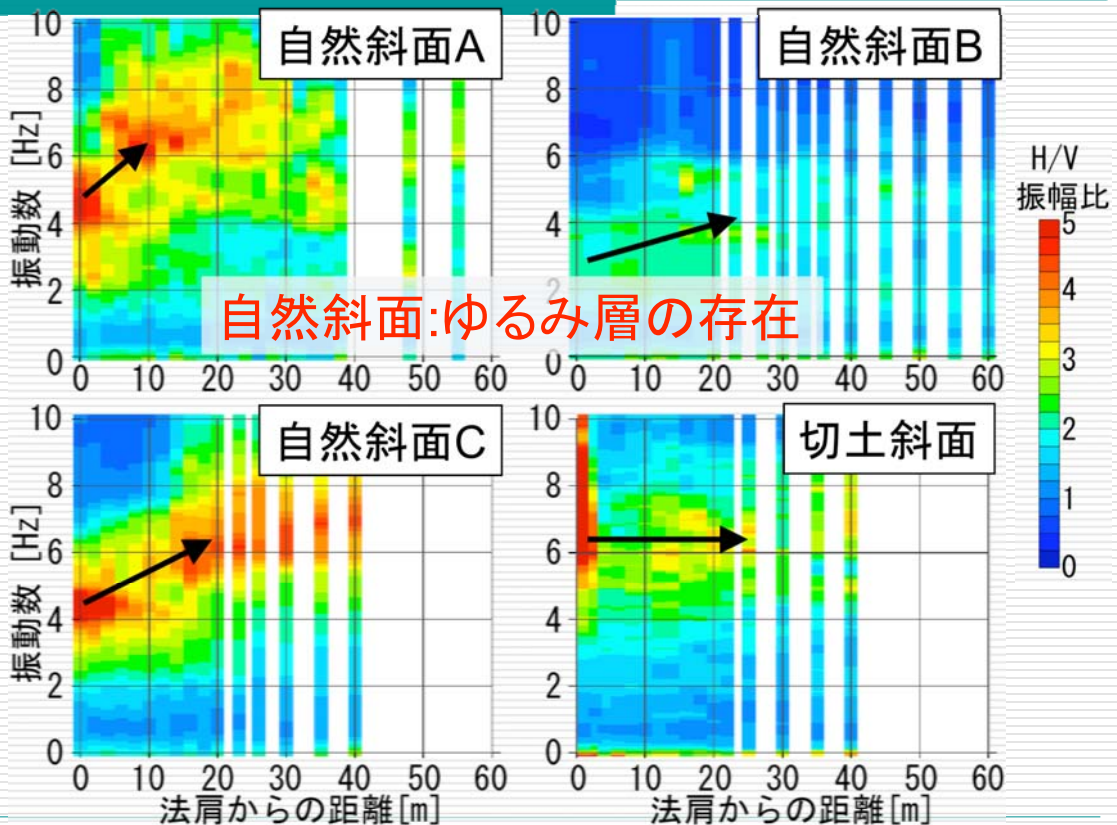


常時微動観測の概要



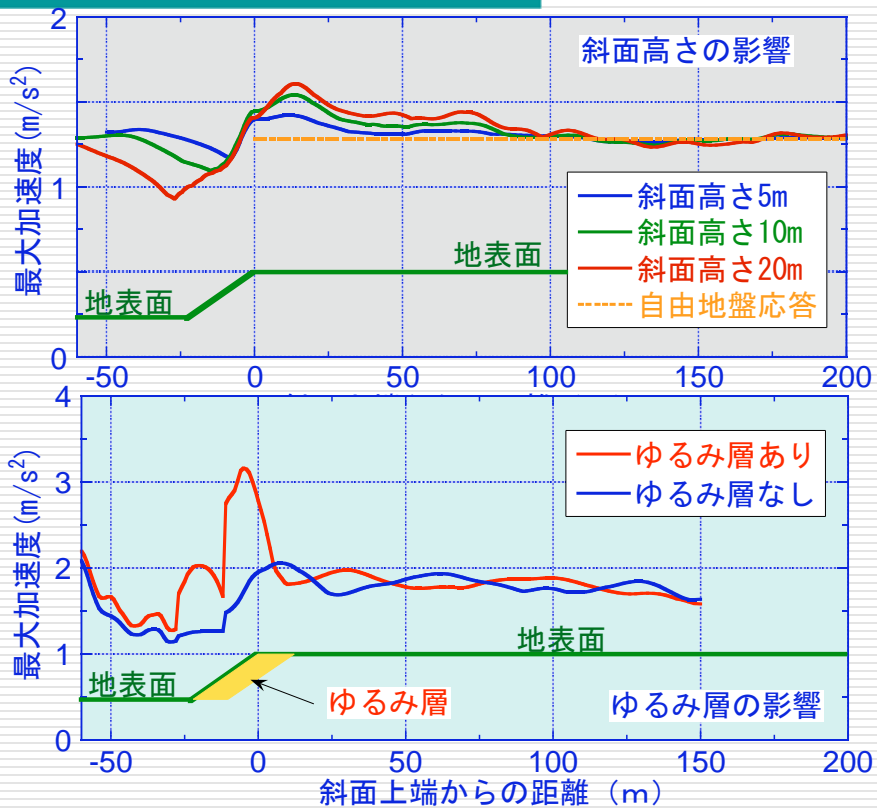
27

斜面近傍地盤の振動特性(卓越振動数)



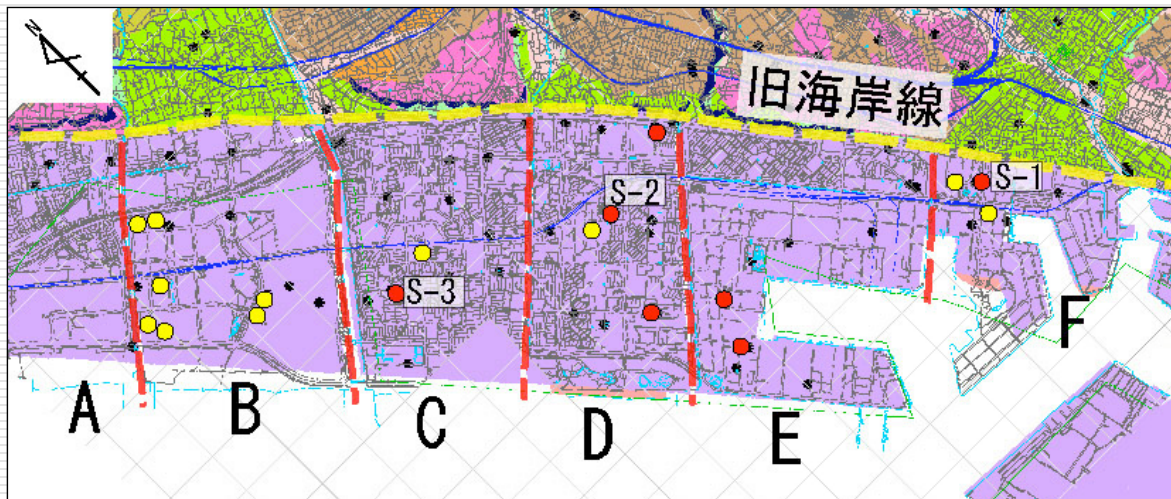
28

斜面近傍地盤の震動特性(増幅率)

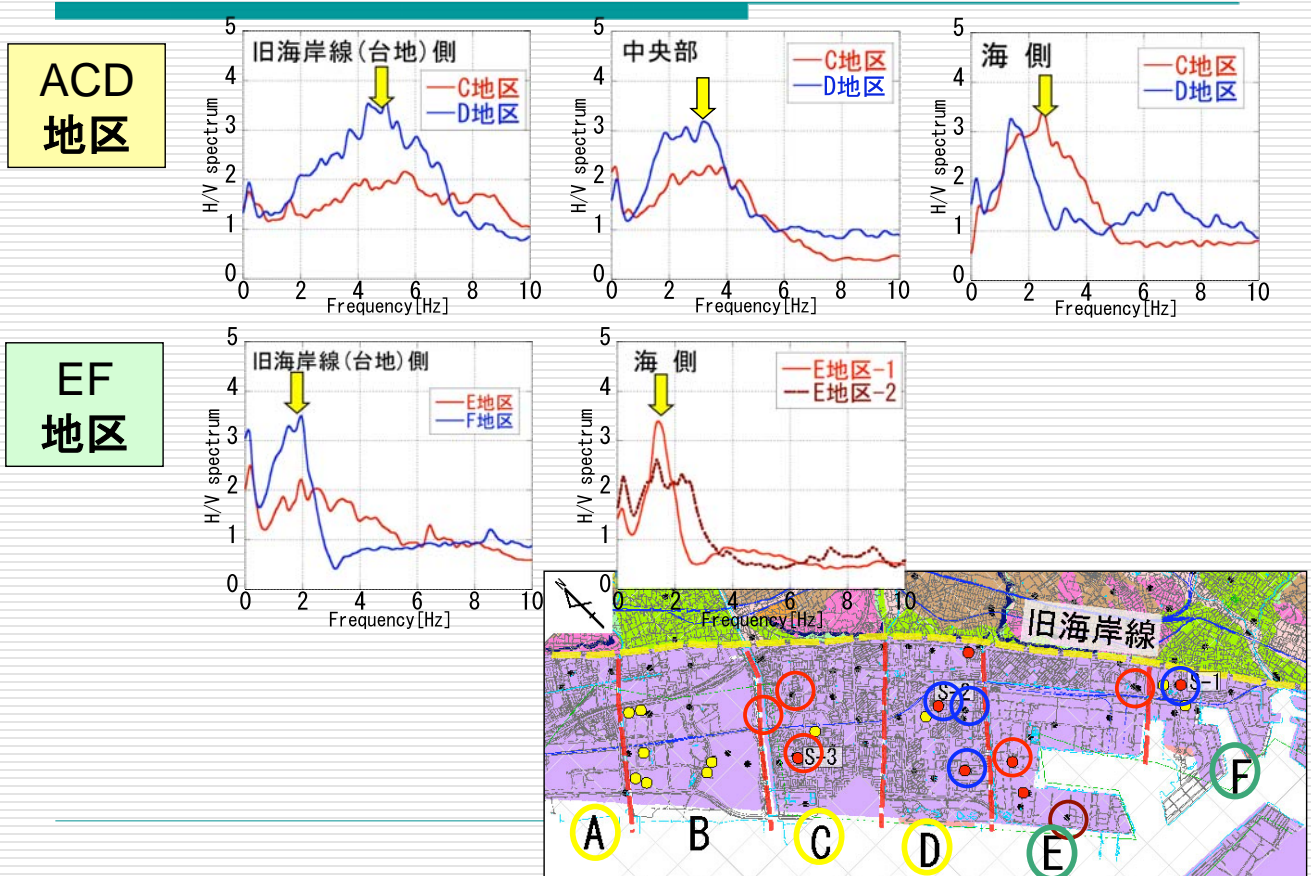


埋立地盤の震動特性

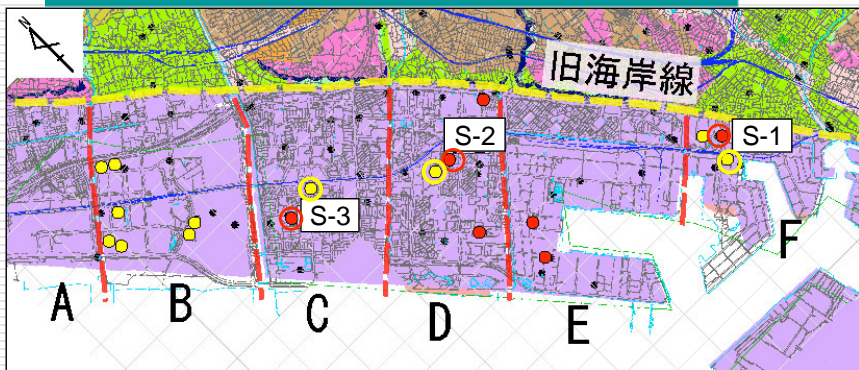
検討対象地



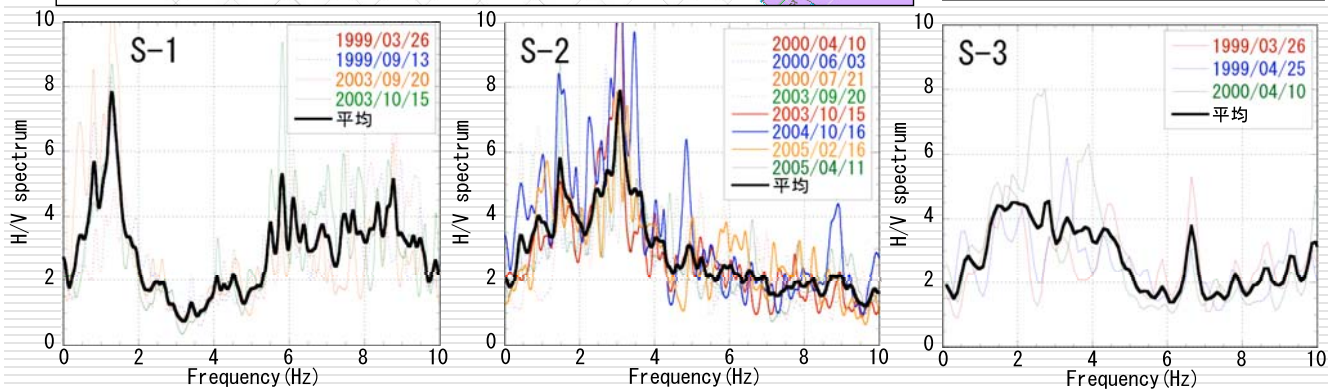
常時微動観測による卓越振動数



地震観測による卓越振動数

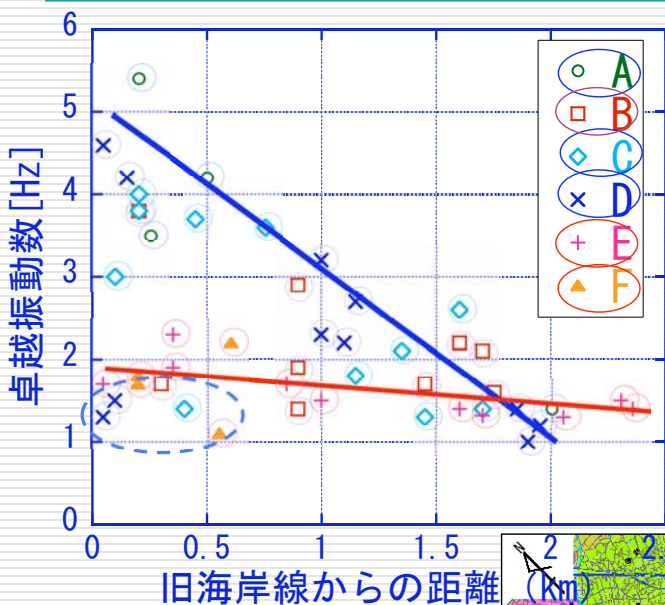


○地震動観測
●PS検層(解析位置)

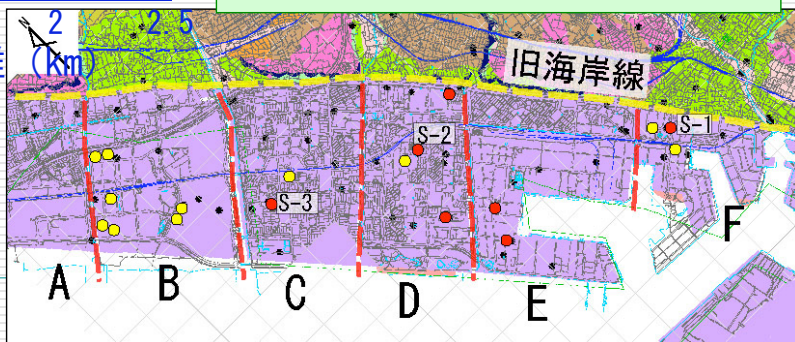
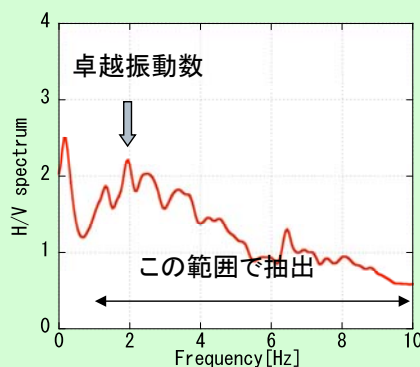


観測された地震動のH/Vスペクトル

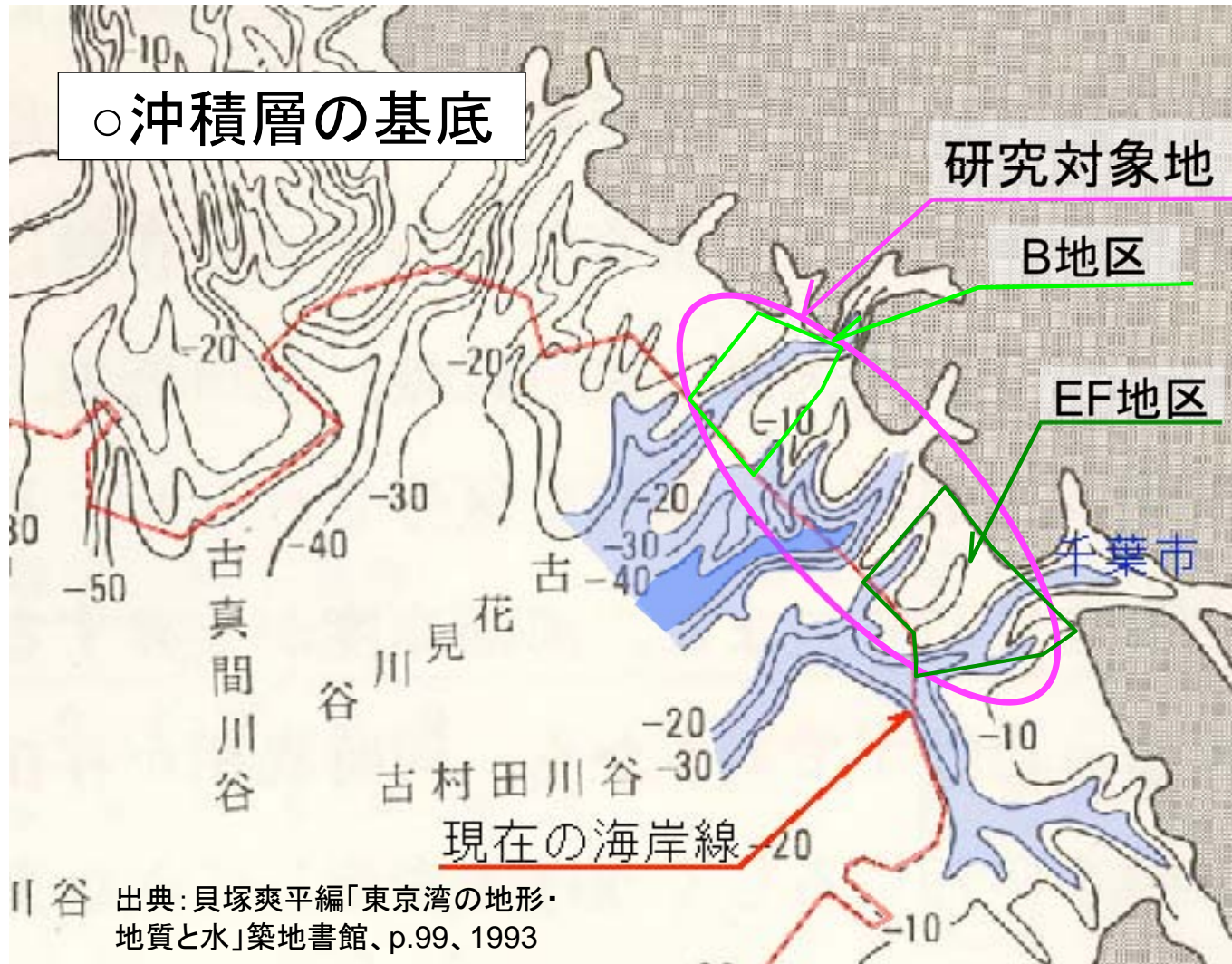
旧海岸線からの距離と卓越振動数



卓越振動数: 常時微動H/Vスペクトルが最大値を示す振動数



○沖積層の基底



まとめ

- 埋立地における常時微動観測に基づく卓越振動数の変化と、埋没谷が対応しており、埋没谷の存在が、地盤震動特性に影響を与えていると考えられる。
- 埋没谷の位置の詳細は現況からは不明であるが、微動観測により推定が可能と考えられる。

切盛地盤の震動特性

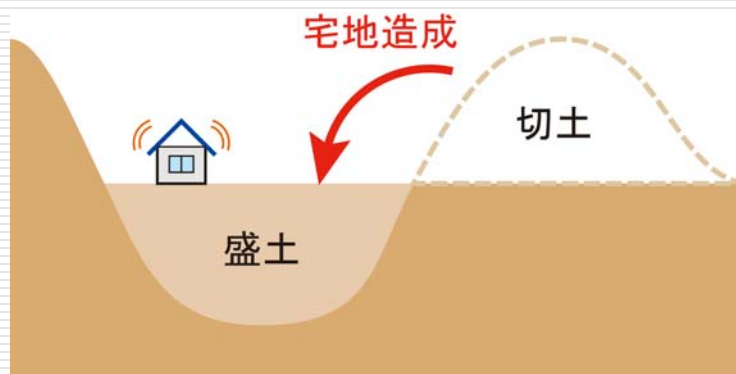
37

切盛地盤の地震災害リスク

近年の地震で造成盛土地盤での家屋被害が見られた。



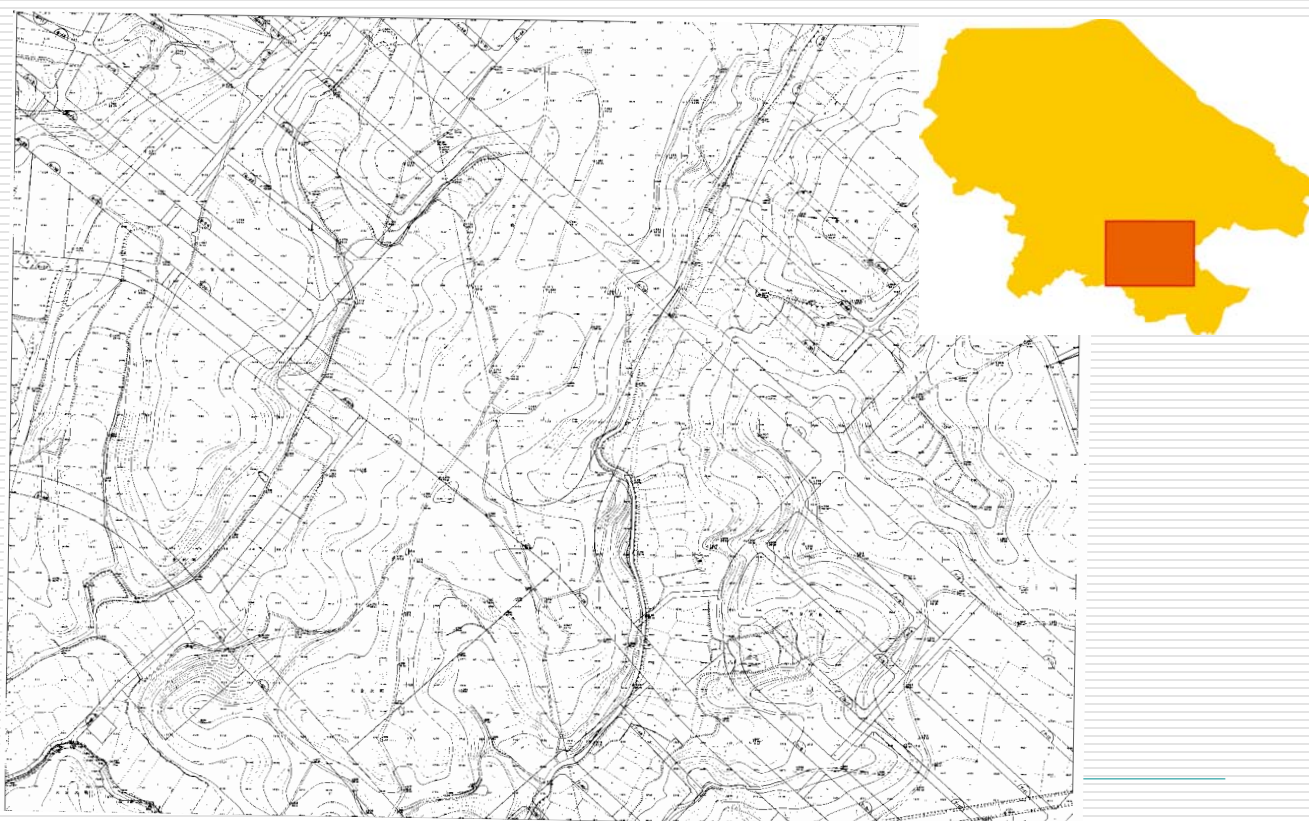
造成盛土地盤は地震時に大きく揺れやすく、増幅率が増す。



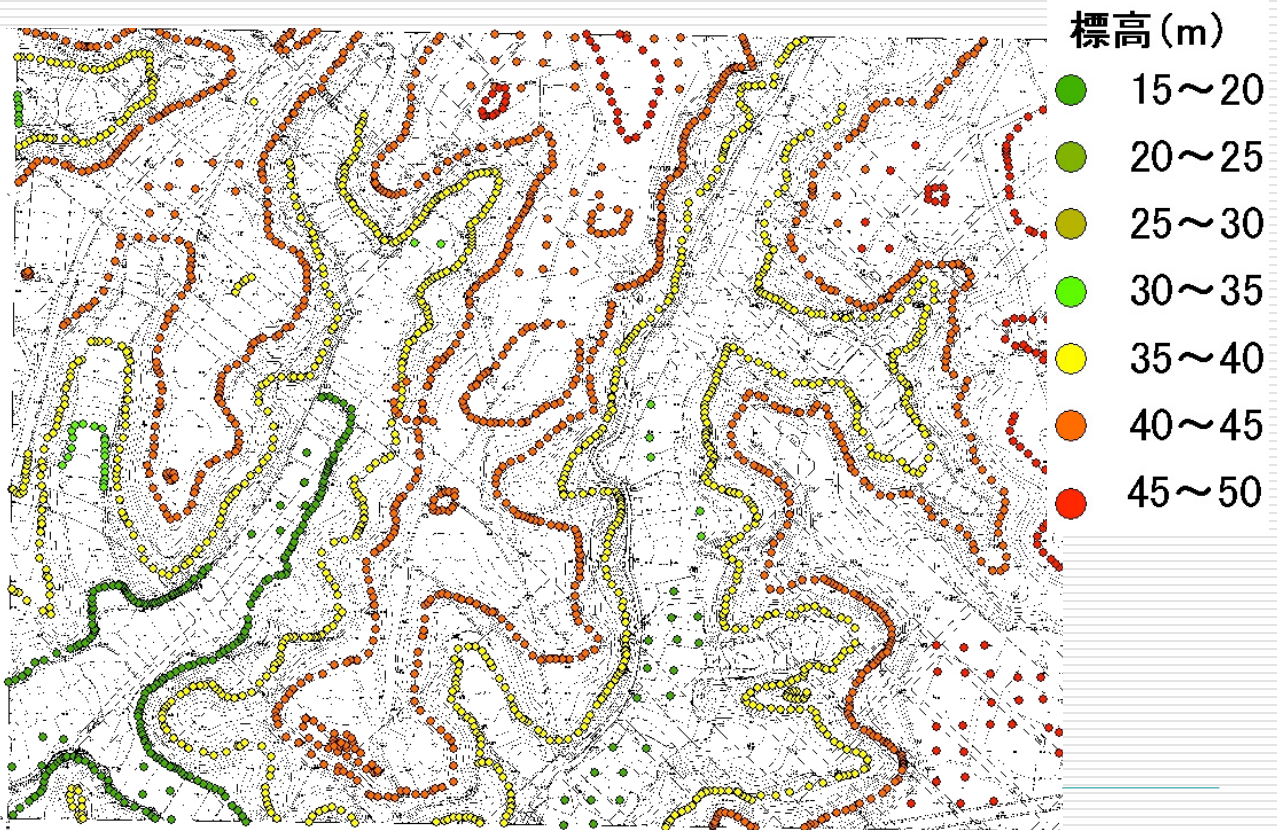
研究対象地(千葉市O地区)



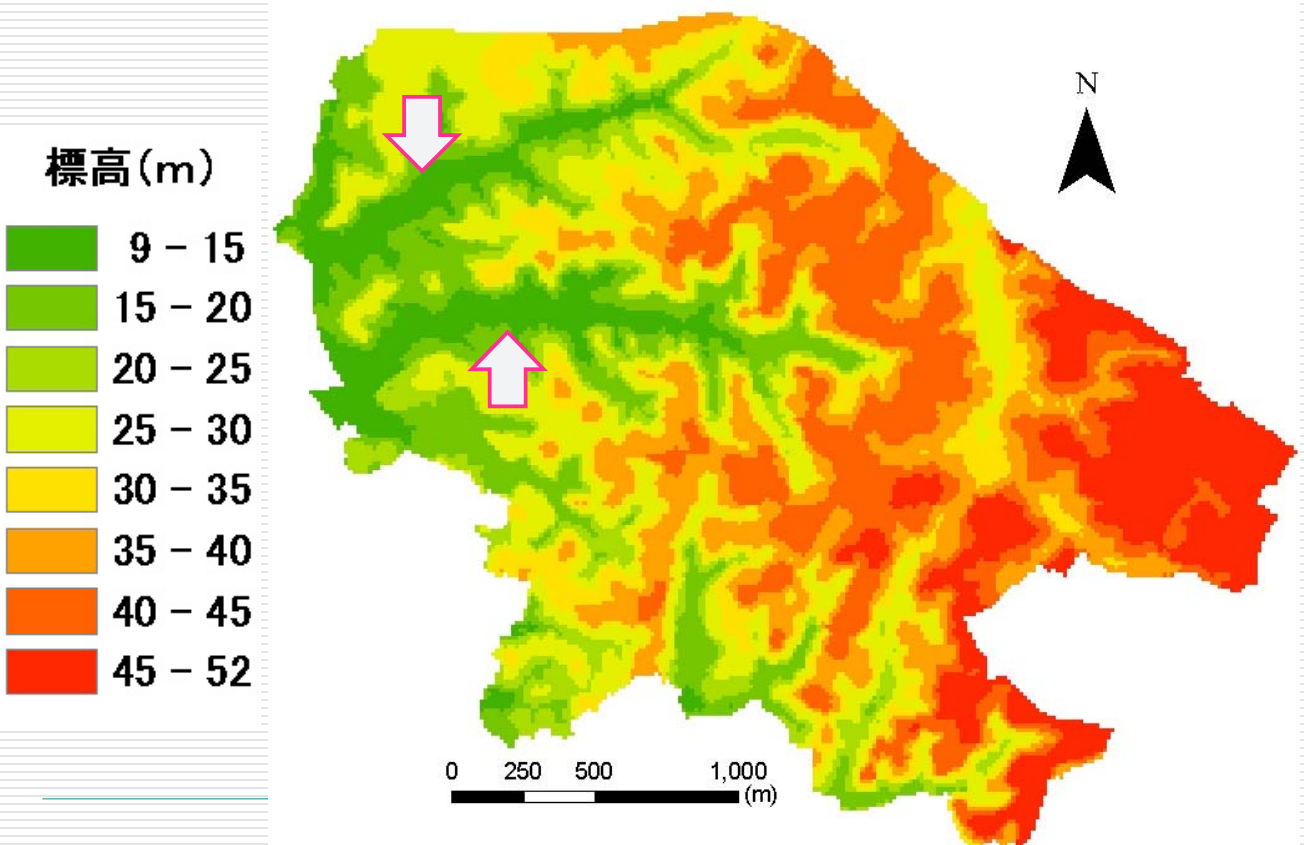
造成前の標高(1979年)



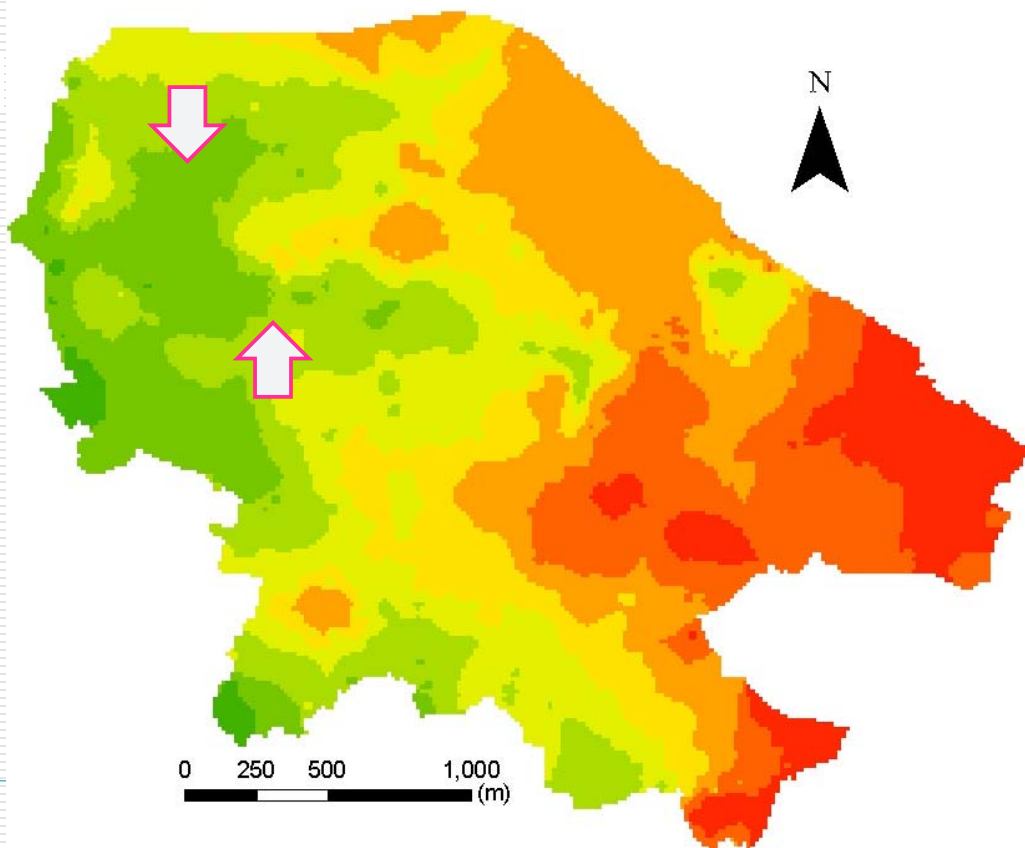
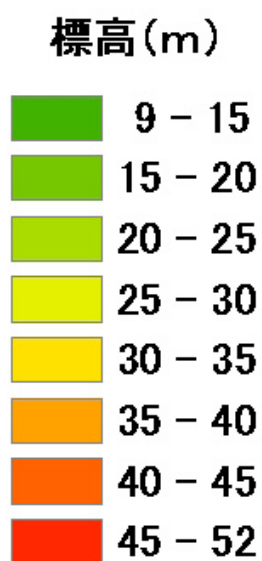
標高抽出作業



造成前の地形



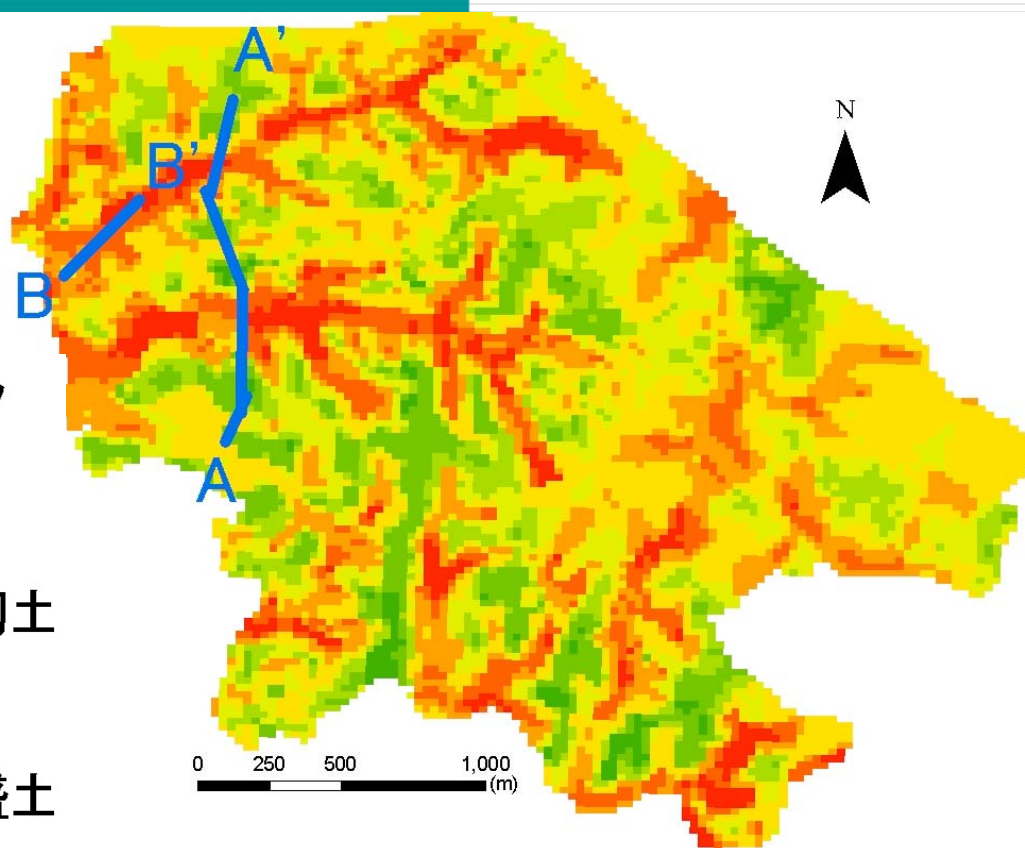
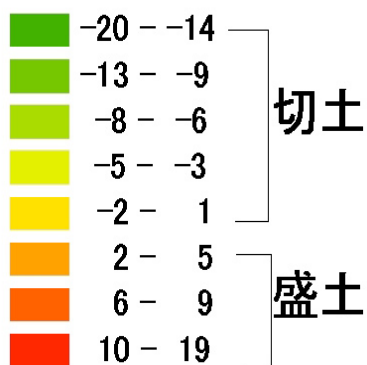
造成後の地形



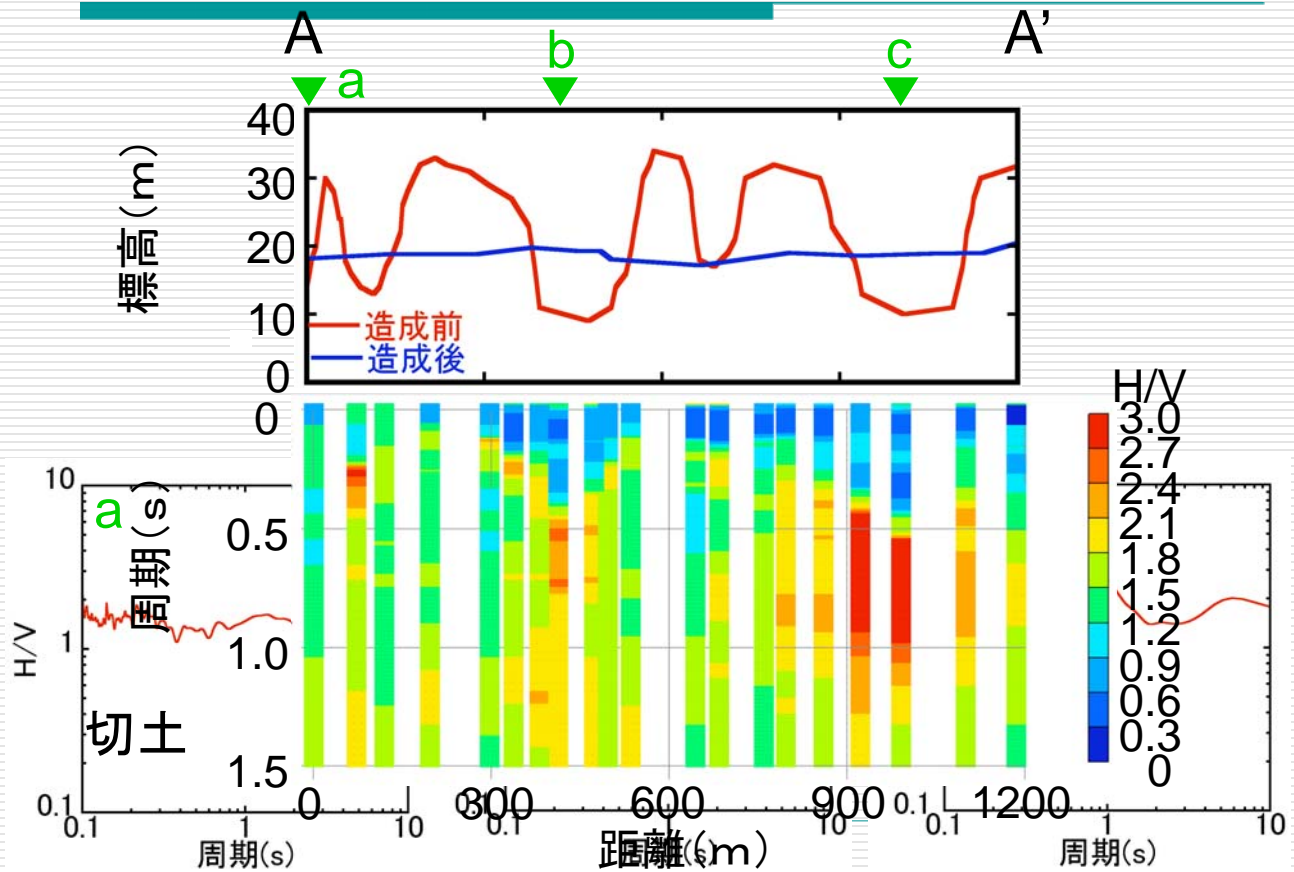
標高差

— 微動観測ライン

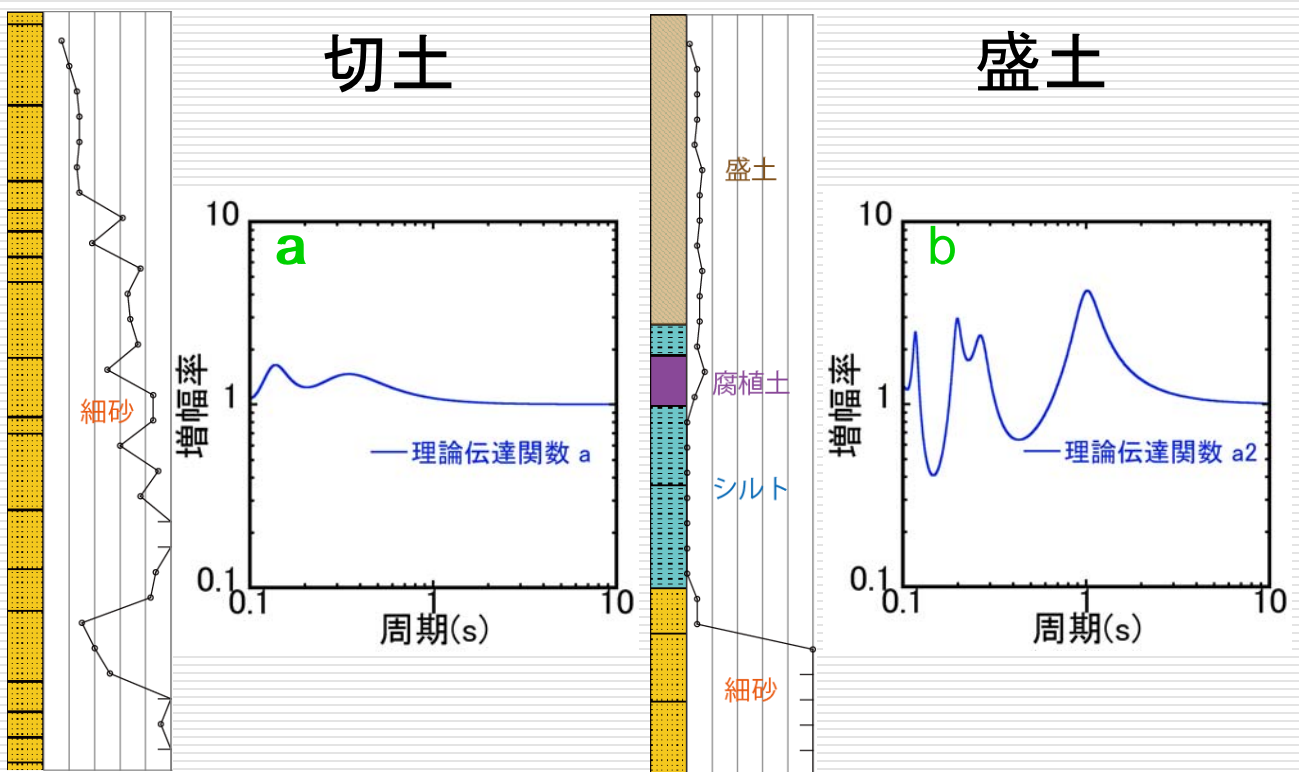
標高差(m)



A-A'測線における微動観測の結果



切土地盤と盛土地盤の振動特性の違い



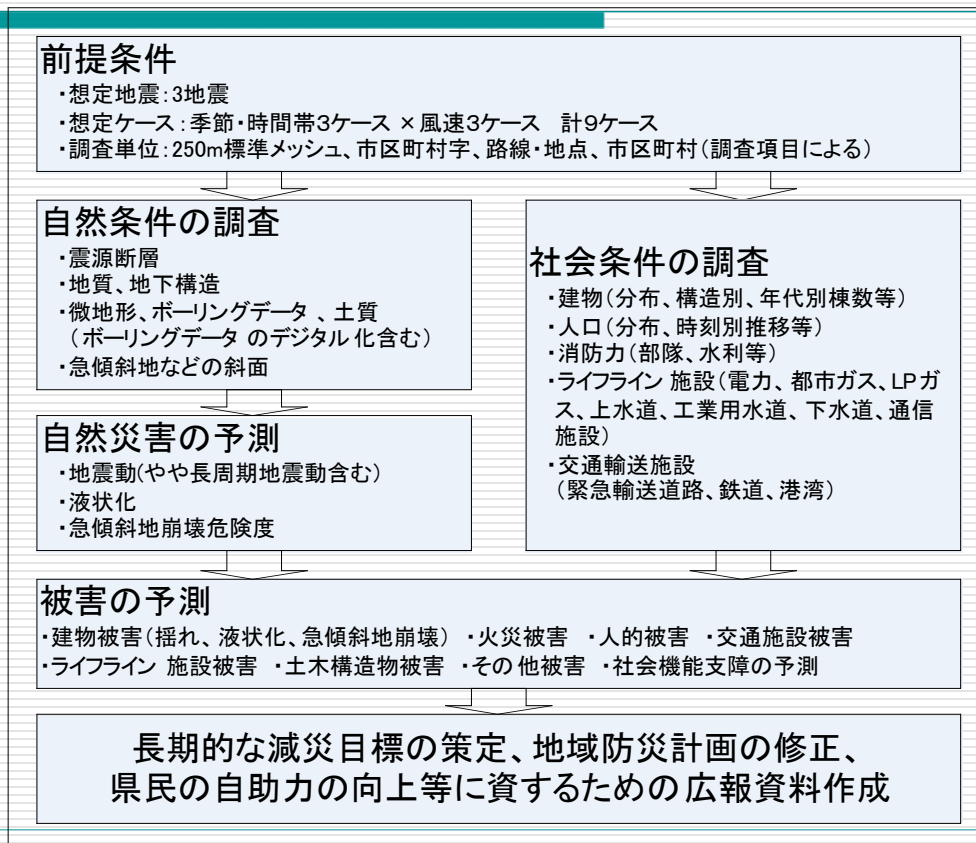
まとめ

- 造成によって平坦になった土地においても切盛状況により地盤振動特性は異なる。
 - 盛土が行われた軟弱地盤では、切土地盤に比べて固有周期は長く増幅率は大きくなる傾向にある。
-

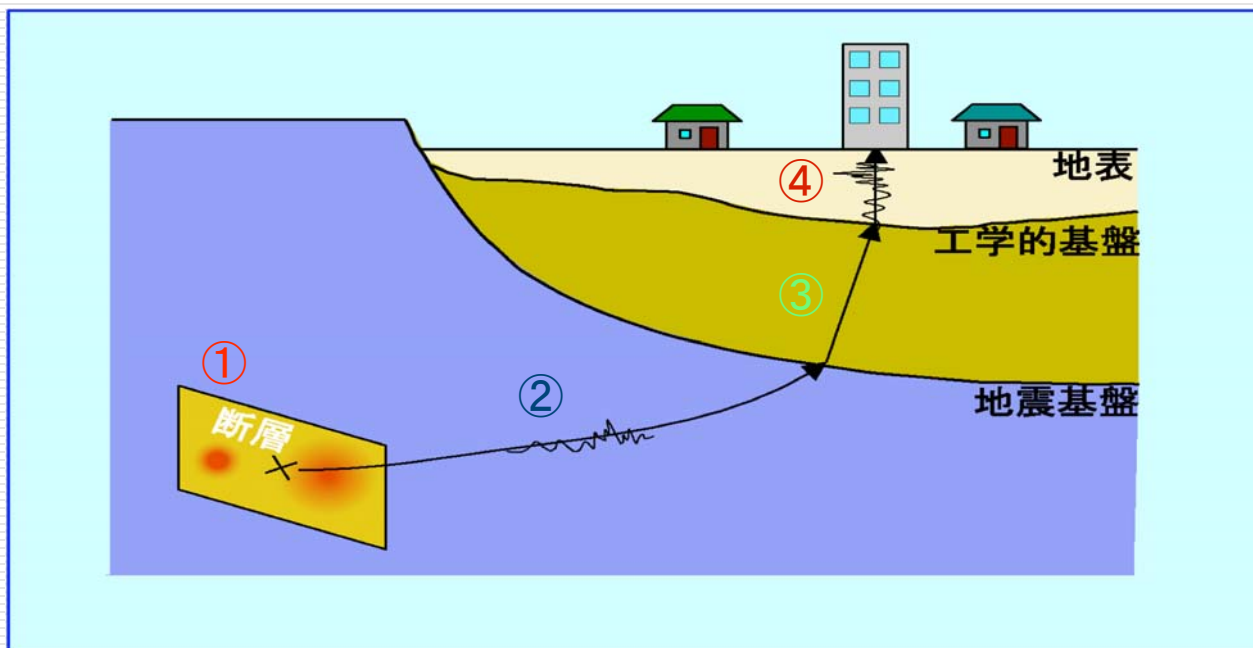
平成19年度 千葉県地震被害想定概要

(平成19年度千葉県地震被害想定結果報告書より)

地震被害想定調査のフロー

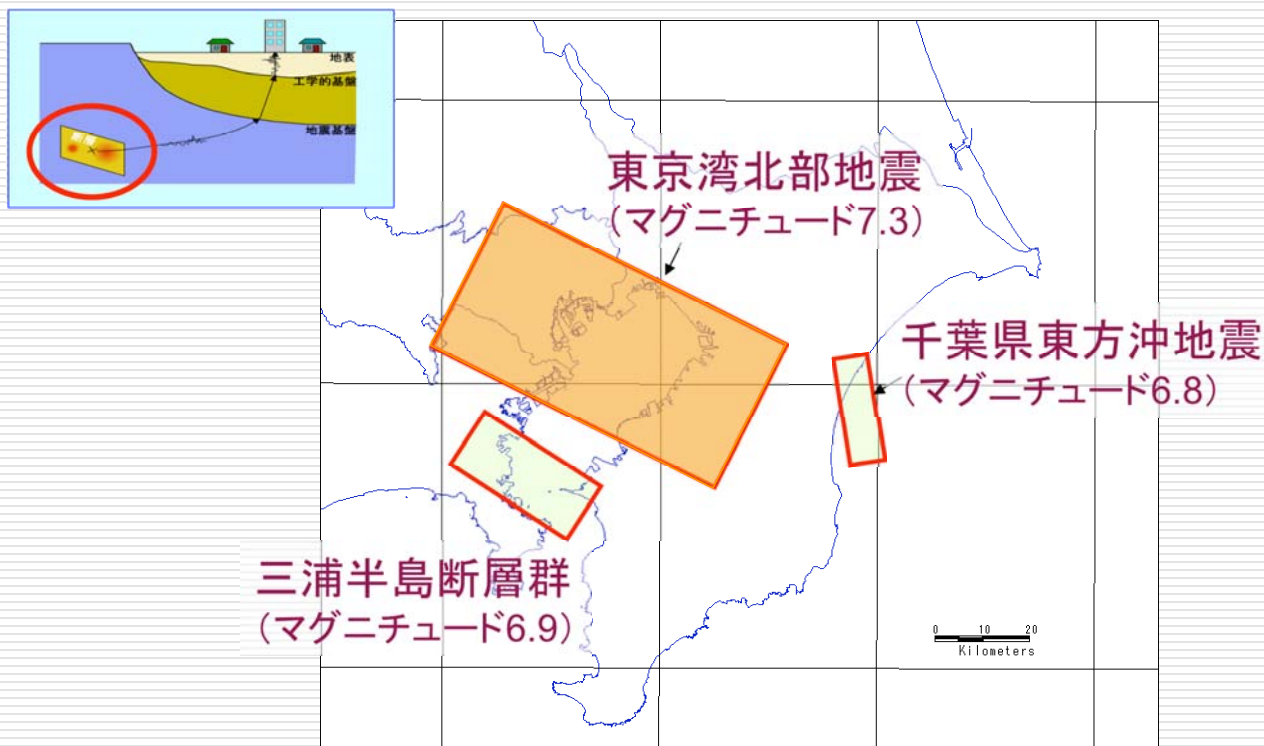


地震動予測:地震動の伝播



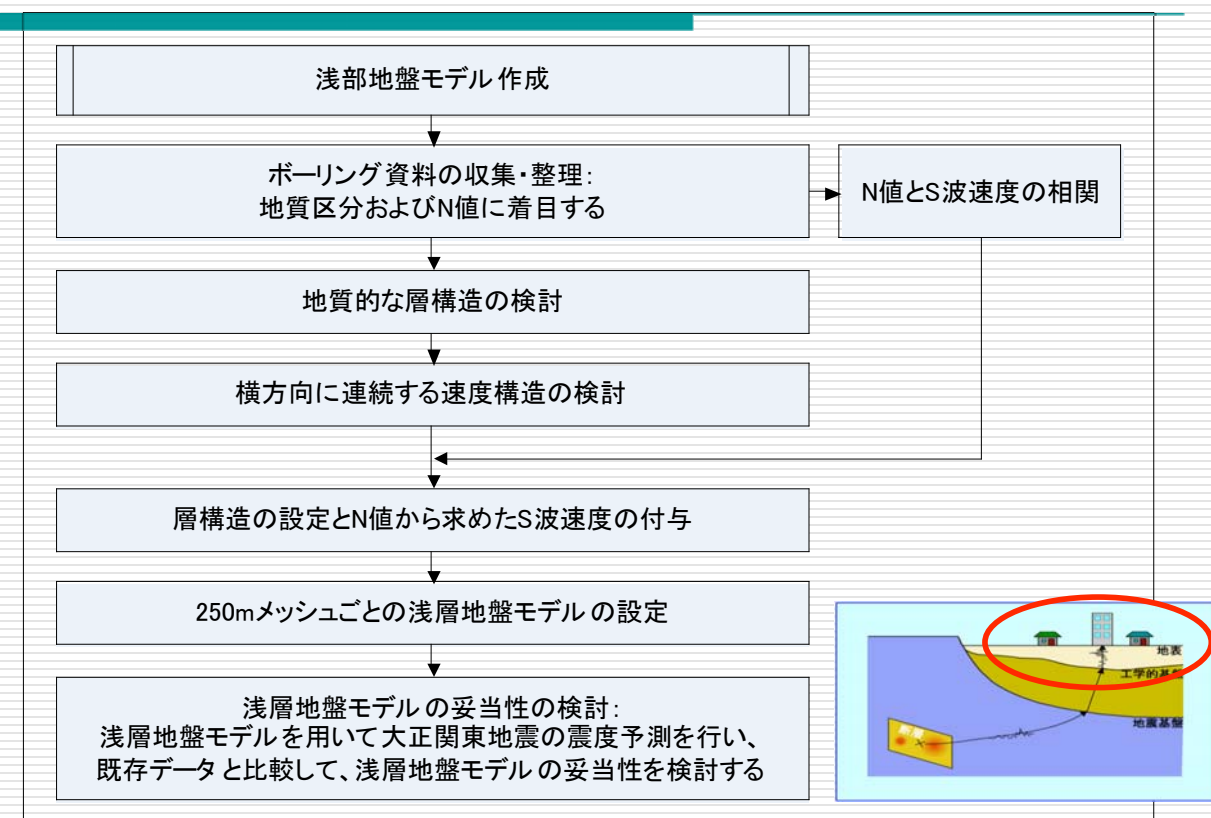
①震源 × ②伝播 × ③伝播 × ④表層 = 地震波

想定地震の断層

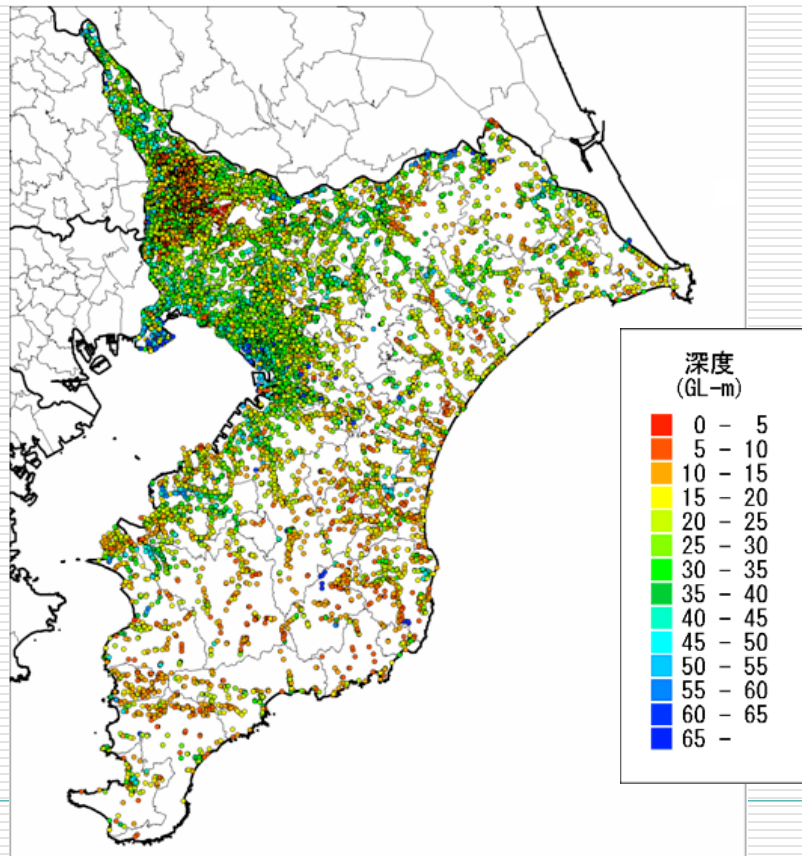


51

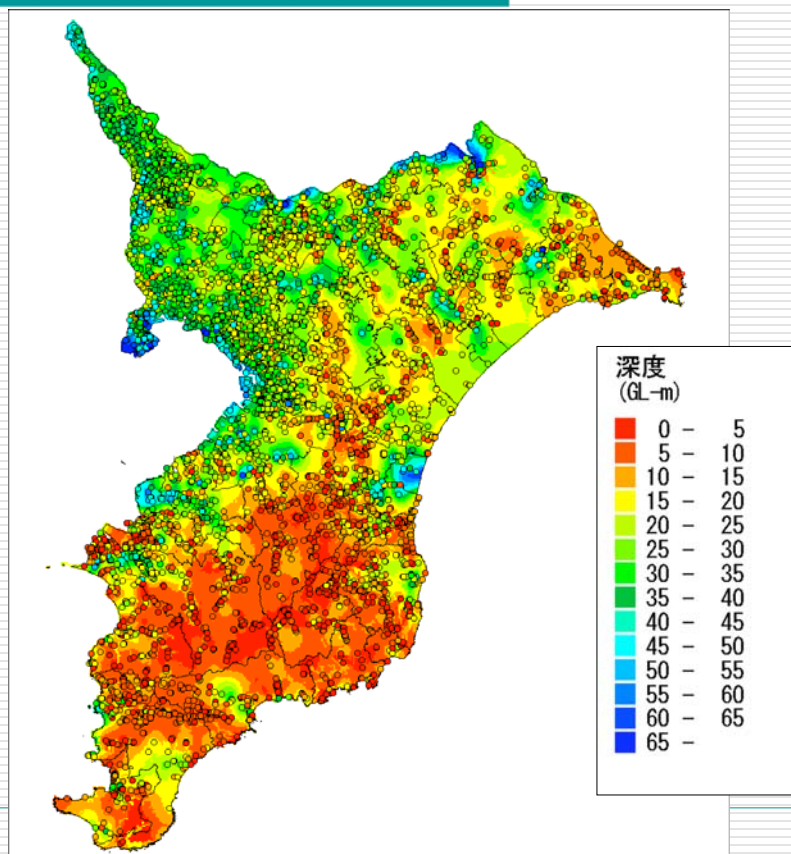
浅層地盤モデル検討の流れ



ボーリングデータの分布

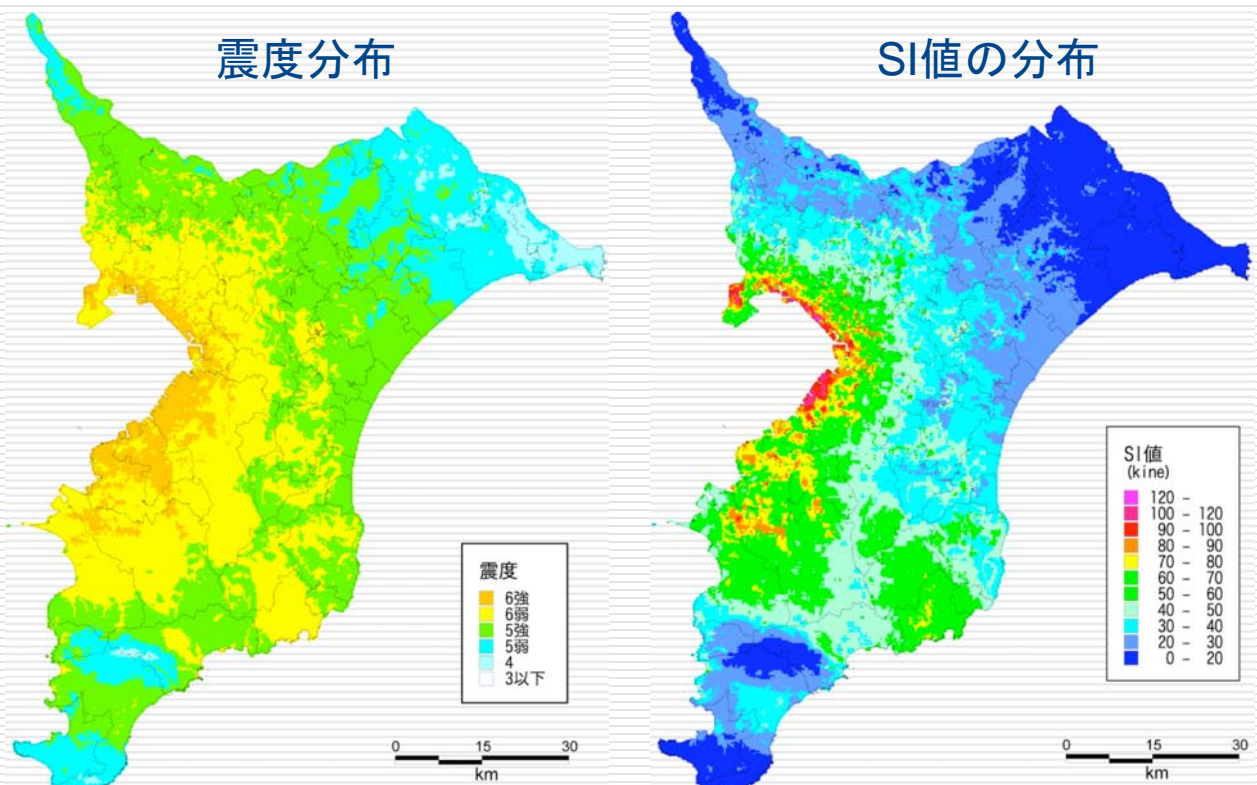


工学的基盤の深度分布

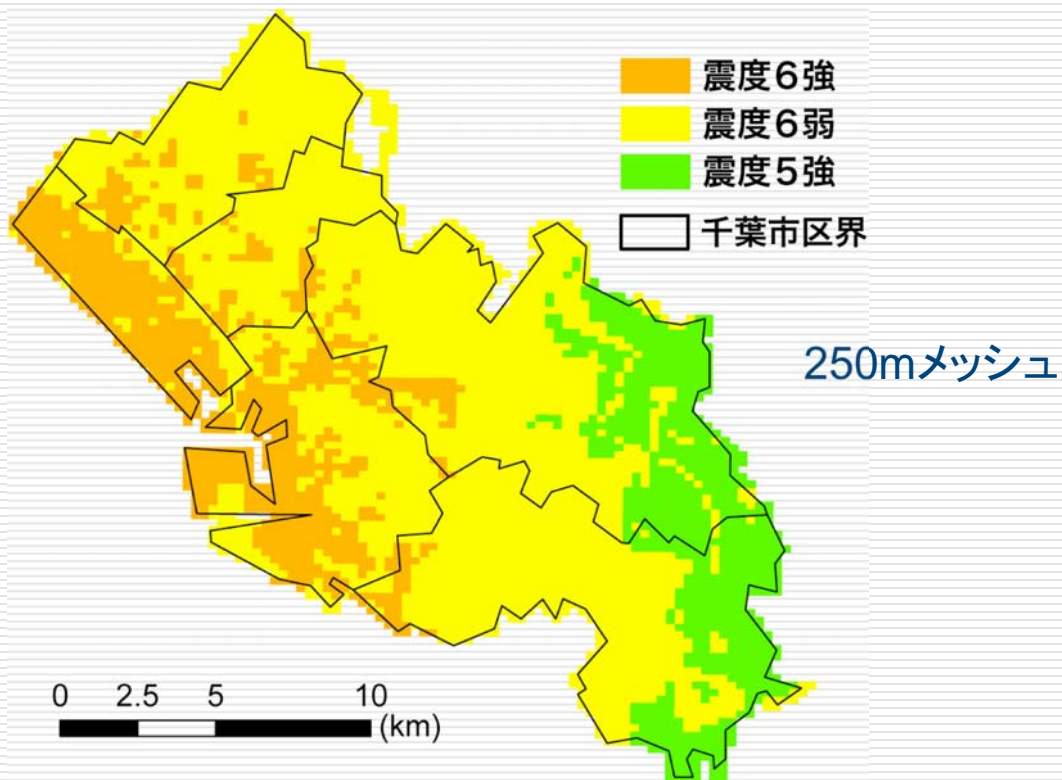


自然被害予測

震度分布(東京湾北部地震)

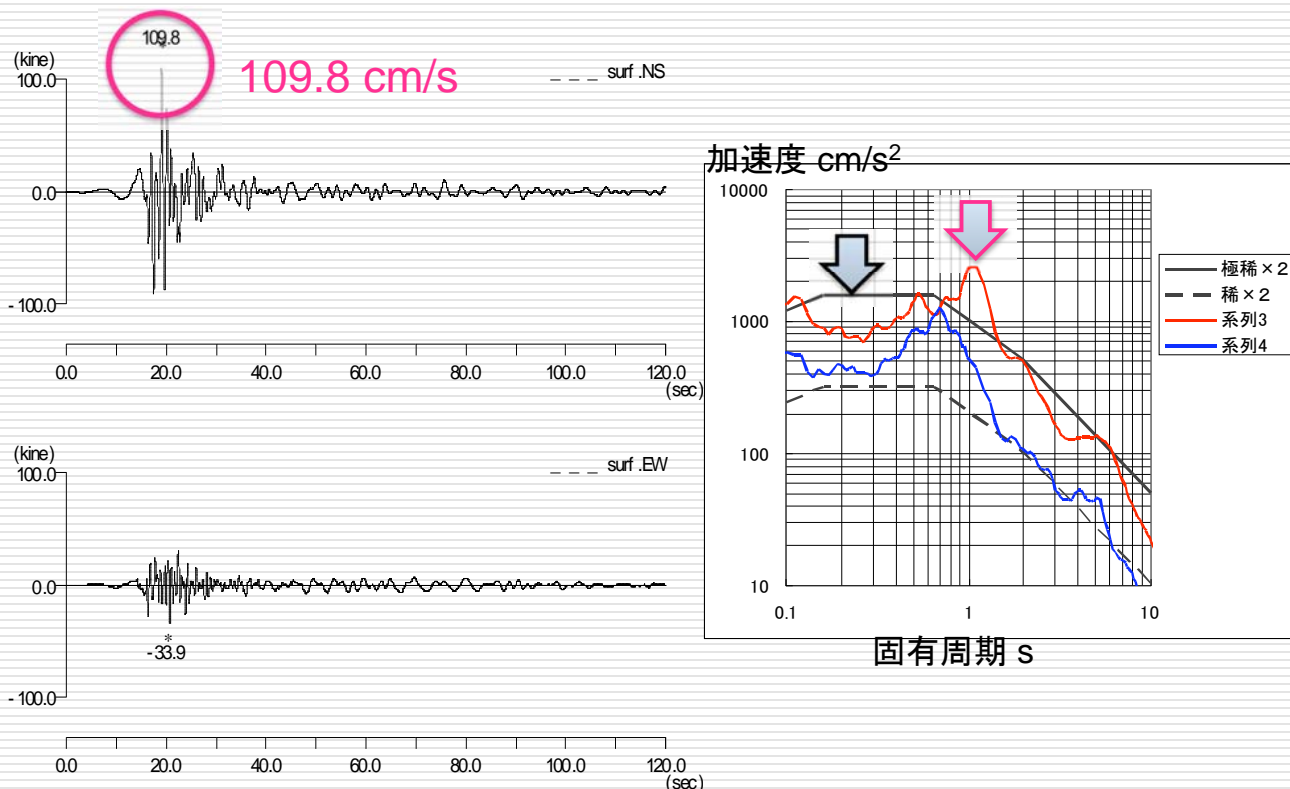


震度分布(東京湾北部地震:千葉市)



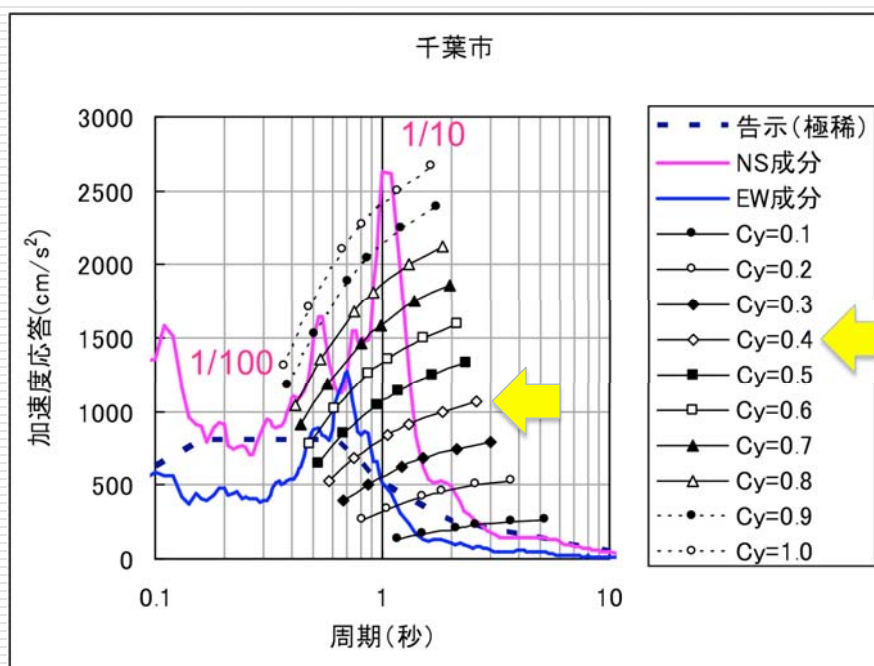
57

速度波形と加速度応答スペクトル



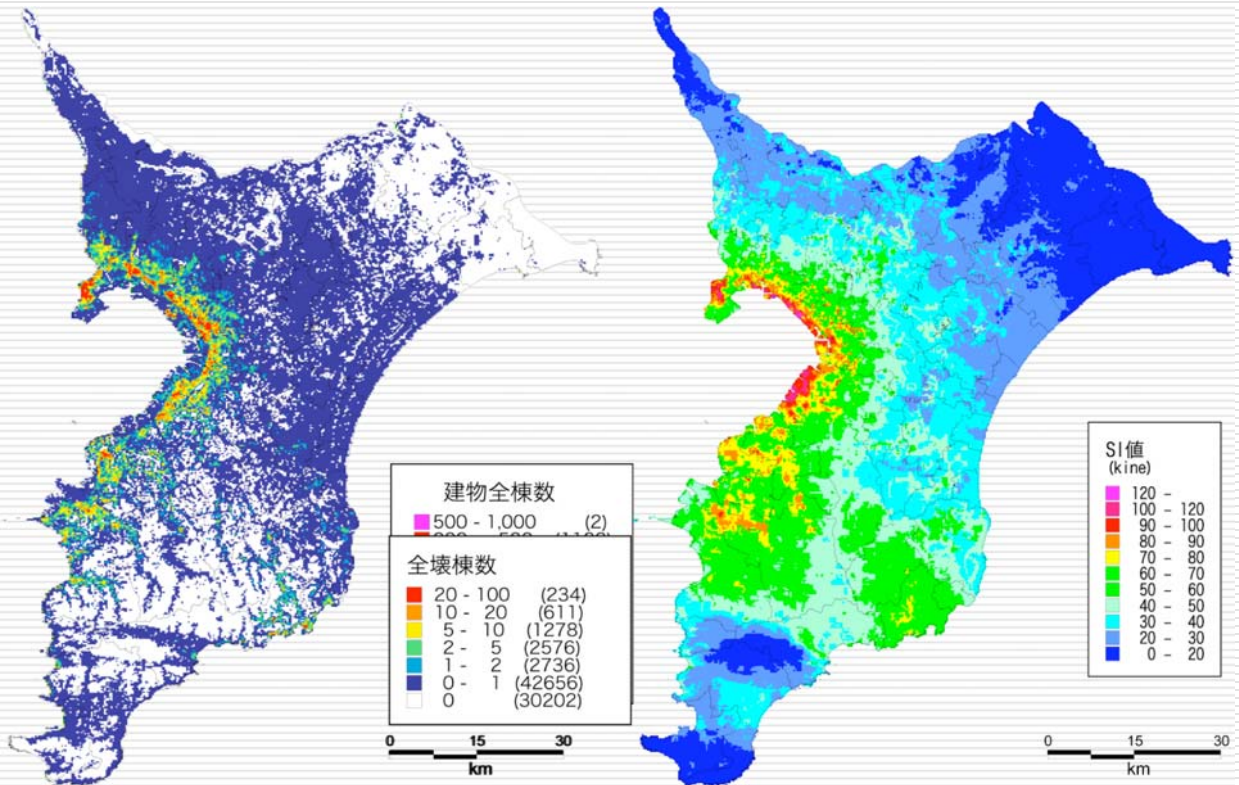
58

加速度応答スペクトルと性能等価応答スペクトル

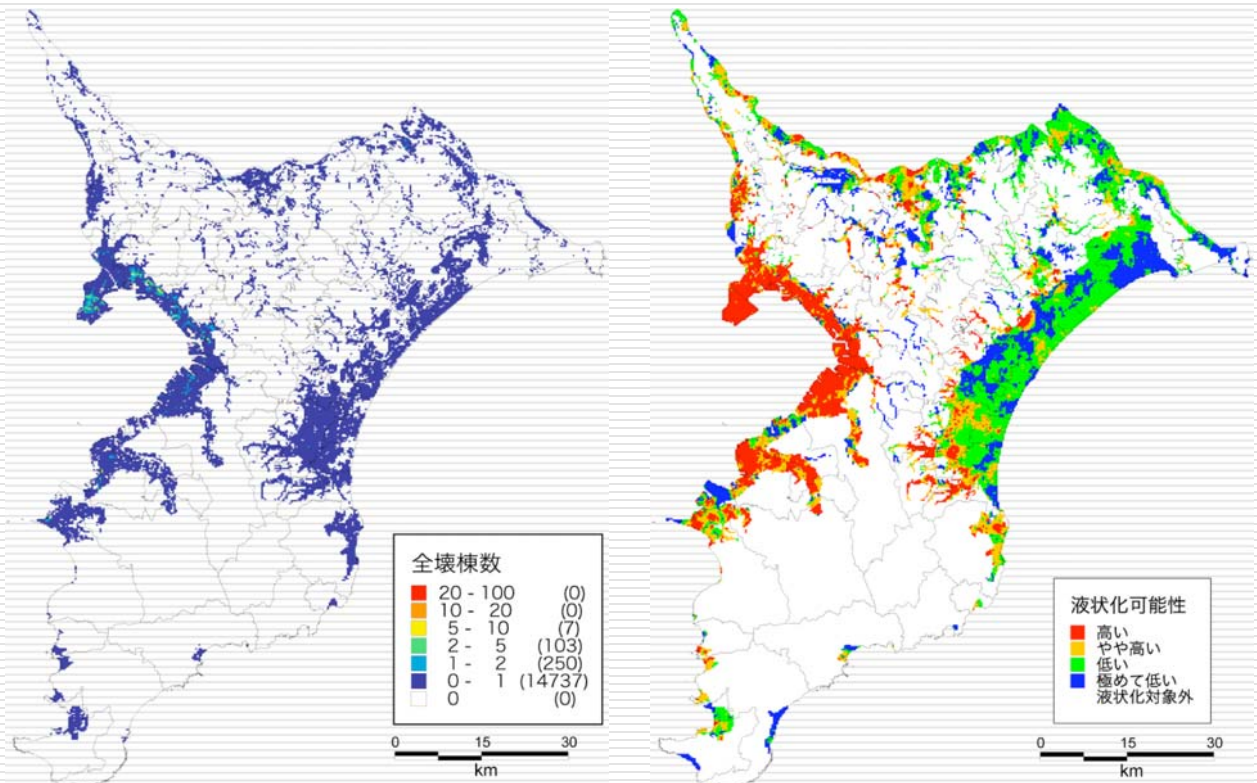


被害予測
建物被害および人的被害

揺れによる建物被害の推定



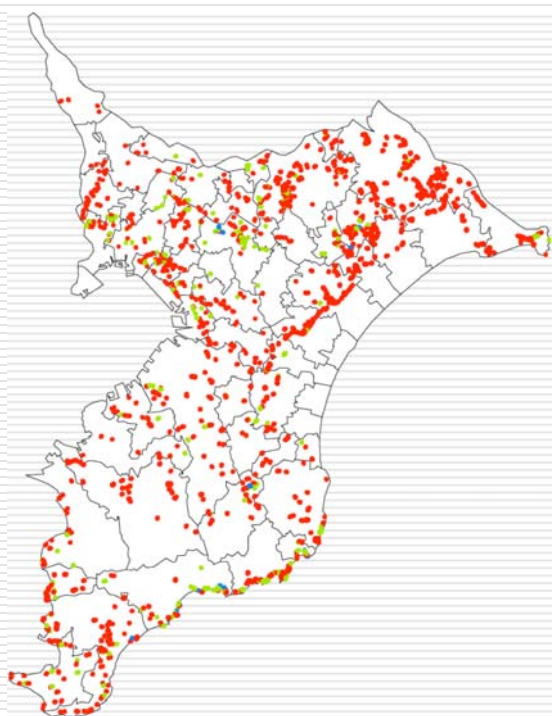
液状化による建物被害



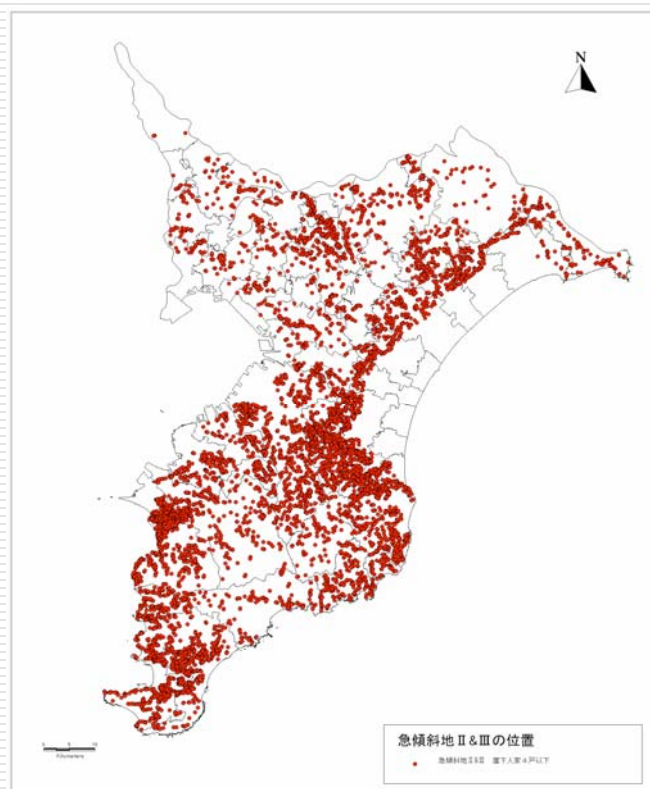
揺れによる建物被害棟数の結果一覧

被害棟数	項目	木造		非木造		計	
		全壊	半壊	全壊	半壊	全壊	半壊
地震							
東京湾北部 地震	揺れ	38,141	133,713	3,189	8,472	41,329	142,185
	液状化	1,106	5,900	979	1,277	2,085	7,177
	計	39,246	139,613	4,168	9,749	43,414	149,362

急傾斜地崩壊危険箇所



ランク I : 計1296箇所

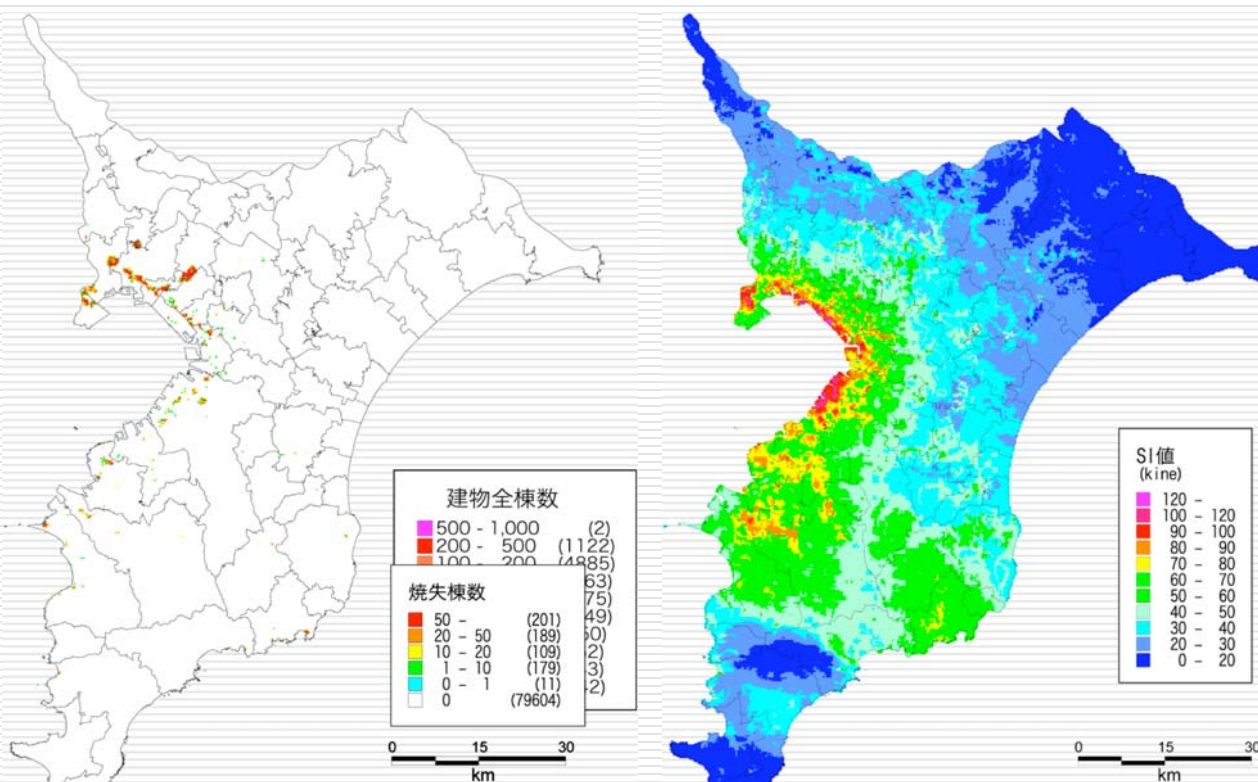


ランク II & III : 7430箇所⁴

急傾斜地崩壊による建物被害戸数一覽

千葉県	崖下の全棟数	全壊棟数	半壊棟数
河川環境課	15,995	661	1,542
林務課	9,712	206	480
合計	25,707	867	2,022

火災による焼失棟数(冬・18時・風9m)



火災による焼失棟数(延焼24時間)

地震	ケース	風速 (m/s)	全 出火 件数	炎上 出火 件数	延焼 出火 件数	焼失 棟数 (24時 間)	焼失率 (%)	焼失 棟数
東京湾 北部 地震	冬5時	3	93	52	37	707	0.035	579
		6			38	2,699	0.134	2,405
		9			43	9,508	0.471	8,377
	冬18時	3	686	359	267	4,280	0.212	3,667
		6			273	13,997	0.693	12,604
		9			273	26,778	1.326	24,410
	夏12時	3	163	85	58	1,081	0.054	887
		6			61	3,384	0.168	2,961
		9			66	9,319	0.461	8,149

67

建物被害および火災による人的被害

揺れによる 人的被害	5時			18時			12時		
	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者
東京湾北部 地震	1,315	1,375	45,216	913	1,116	36,099	749	1,228	39,379

火災による人的 被害(風速9m)	冬5時			冬18時			夏12時		
	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者
東京湾北部地震	19	142	508	365	463	1,655	18	101	362

68

急傾斜地崩壊・津波による人的被害

急傾斜地崩壊による人的被害	急傾斜地崩壊危険箇所			山腹崩壊危険地区			合計		
	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者
地震									
東京湾北部地震	45	289	578	14	90	180	59	379	758

津波による人的被害	防潮堤等効果なし			防潮堤等効果あり		
地震	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者
元禄地震	2,771	1,096	3,747	2,748	1,081	3,693
延宝地震	1,653	720	2,462	468	177	606

69

屋内収容物の移動・転倒、ブロック塀の転倒

屋内収容物の移動・転倒等による人的被害	5時		18時		12時	
	重傷者	負傷者	重傷者	負傷者	重傷者	負傷者
地震						
東京湾北部地震	402	1,488	318	1,176	353	1,307

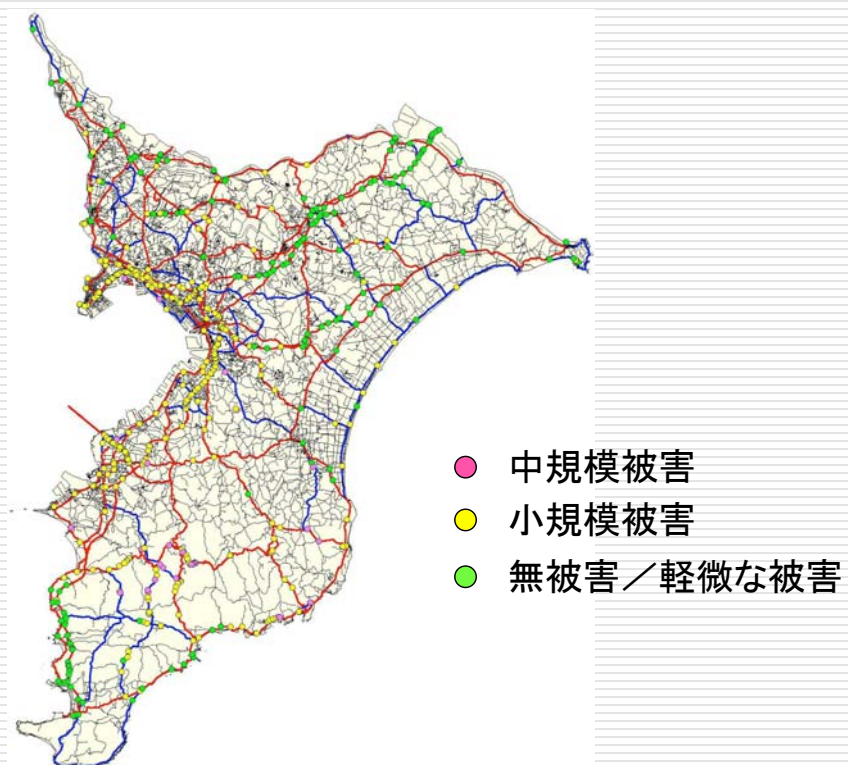
ブロック塀等の転倒による人的被害	5時			18時			12時		
	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者	死者	重傷者	負傷者
地震									
東京湾北部地震	1	13	34	54	732	1,879	35	472	1,219

70

被害予測 ライフライン・交通・その他

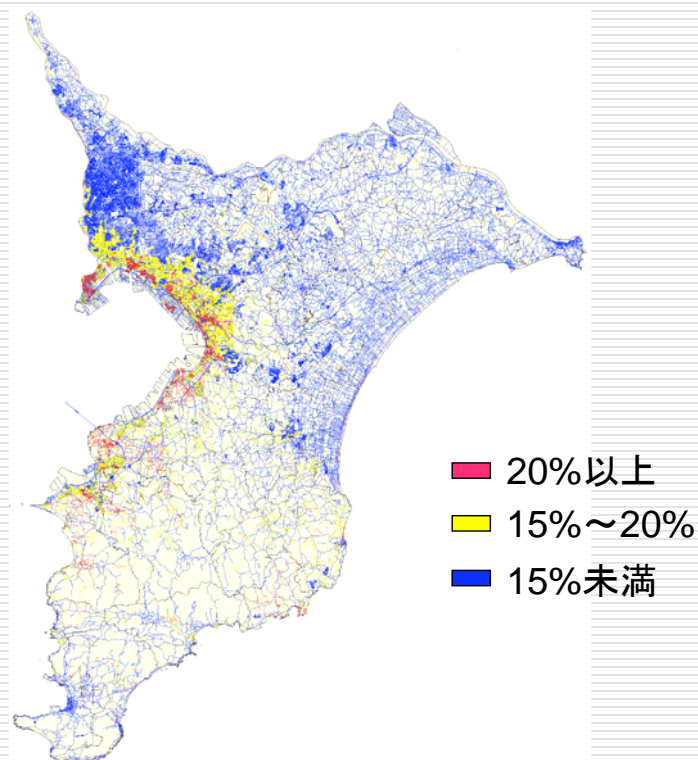
71

橋梁の被害（東京湾北部地震）



72

細街路の閉塞率（東京湾北部地震）



73

電力被害

地震	ケース	風速 (m/s)	停電 軒数	電柱被害数			電柱 被害率 (%)
				建物 被害	延焼	合計	
東京湾 北部 地震	冬5時	3	153,189	4,464	190	4,654	0.45
		6	157,612	4,456	855	5,310	0.51
		9	172,068	4,411	2,921	7,331	0.70
	冬18 時	3	159,643	4,439	1,185	5,625	0.54
		6	178,940	4,399	4,120	8,518	0.82
		9	203,999	4,345	8,000	12,345	1.18
	夏12 時	3	153,827	4,461	286	4,747	0.45
		6	158,289	4,449	987	5,437	0.52
		9	170,403	4,409	2,798	7,207	0.69

74

都市ガスとLPガス

事業者	被害状況			復旧対象戸数		復旧日数	
	全調停戸数	調停停止戸数	ガス供給停止率	消失割合	戸数	必要班数	復旧日数
大多喜ガス	150,811	46,398	30.80%		36,444	876	14
京葉ガス	749,801	122,771	16.40%		93,522	2,248	14
習志野市	65,374	65,374	100.00%	14.04%	44,956	1,081	14
東京ガス	342,399	139,990	40.90%		110,306	3,739	14
合計	1,308,385	374,533			285,228	7,944	

LPガス消費世帯数	LPガス漏洩件数
959,597	23,667

75

石油タンクのスロッシング高さ

- 代表地点の応答スペクトルから、石油タンクのスロッシング高さを簡易的に計算
- 東京湾北部地震

計算地点	タンク内径25m、液面高さ10m	タンク内径50m、液面高さ20m	タンク内径75m、液面高さ20m
市原市	1.53	1.98	1.73
袖ヶ浦市	1.77	1.65	1.52
富津市	1.50	1.60	1.81
千葉市	3.00	2.87	2.36

被害予測結果のまとめ

□ 千葉県では、県下に大きな影響を及ぼす可能性の高い地震：

- 東京湾北部地震
- 千葉県東方沖地震
- 三浦半島断層群による地震

に対し、最新の知見に基づく地震被害想定を実施した。

□ この結果は、県の防災対策の充実・県民の自助力向上のための貴重な資料である。有効に活用したい。
