



千葉県 地震防災講演会 2009年2月24日

# 千葉県の地震被害想定調査結果 と地盤・建物(初級編)

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

---

- 地震被害とその分布
- 地形・地盤と地震のゆれ
- 地形分類と地震被害の分布
- 平成19年度千葉県地震被害想定の概要

# 地震被害とその分布

---



# 2004年 新潟県中越地震



長岡市妙見町



長岡市高町団地



小千谷市



# 2007年 能登半島地震 門前町





2007年  
中越沖地震  
柏崎市





2007年  
中越沖地震  
柏崎市



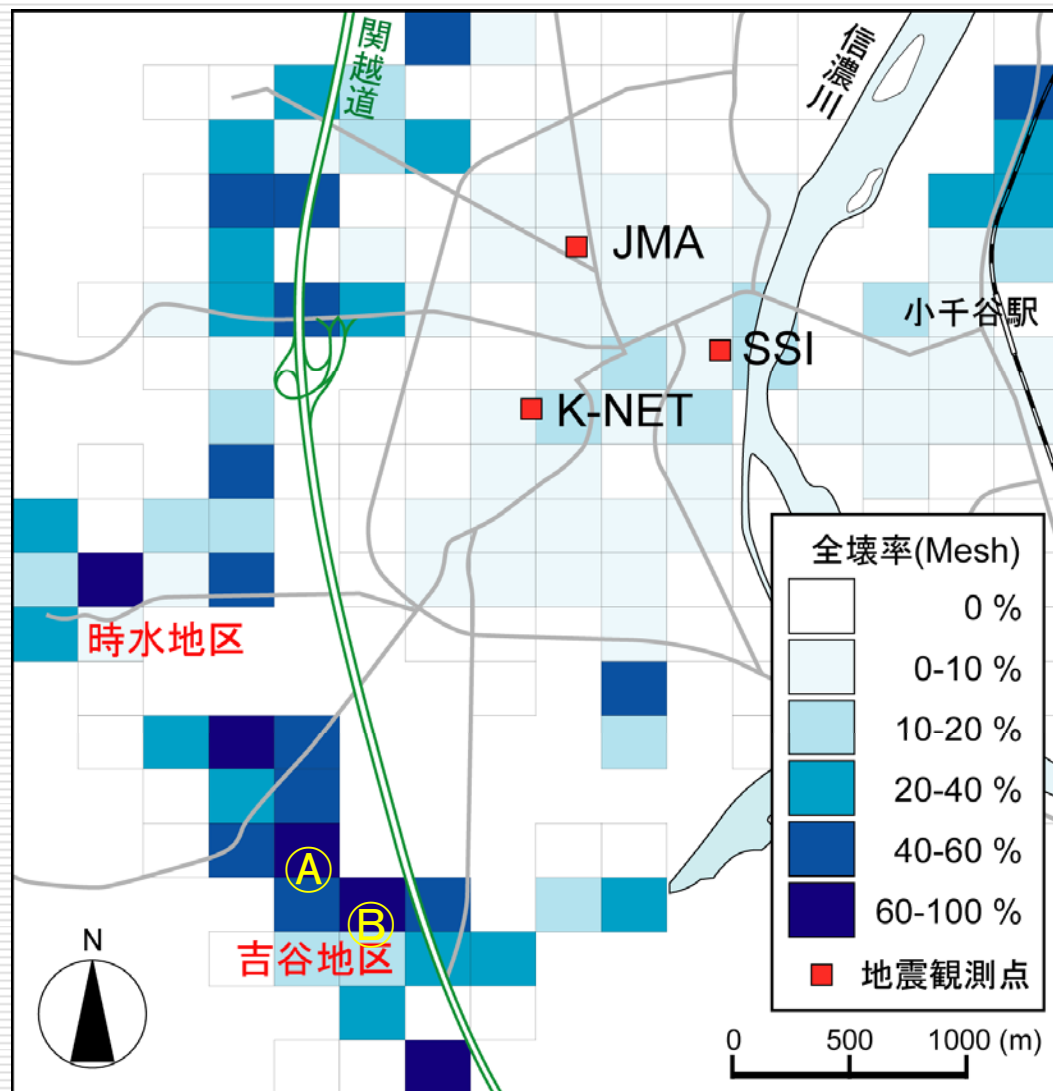


# 2008年 岩手・宮城 内陸地震

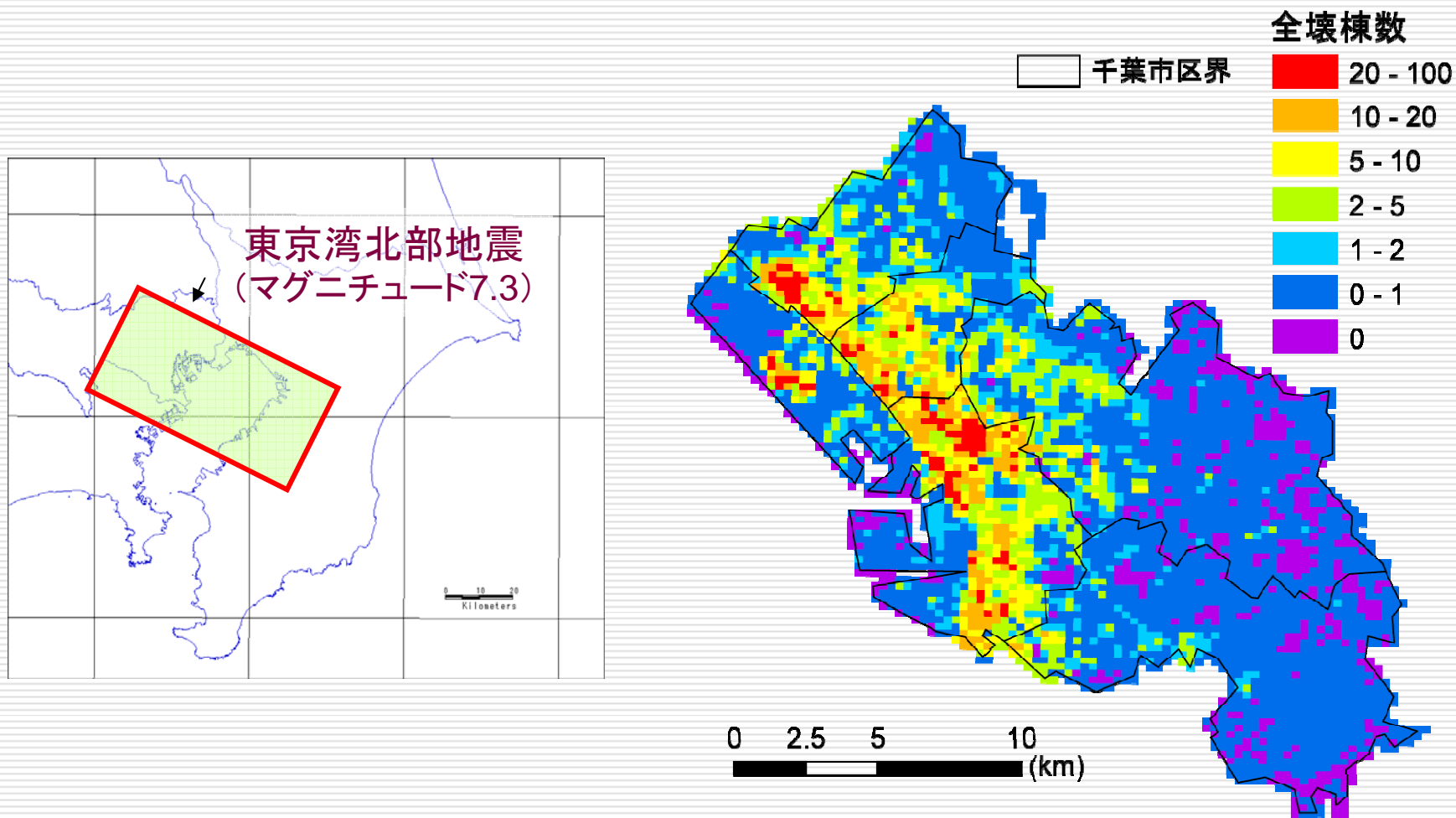




# 小千谷市内の建物被害分布 中越地震

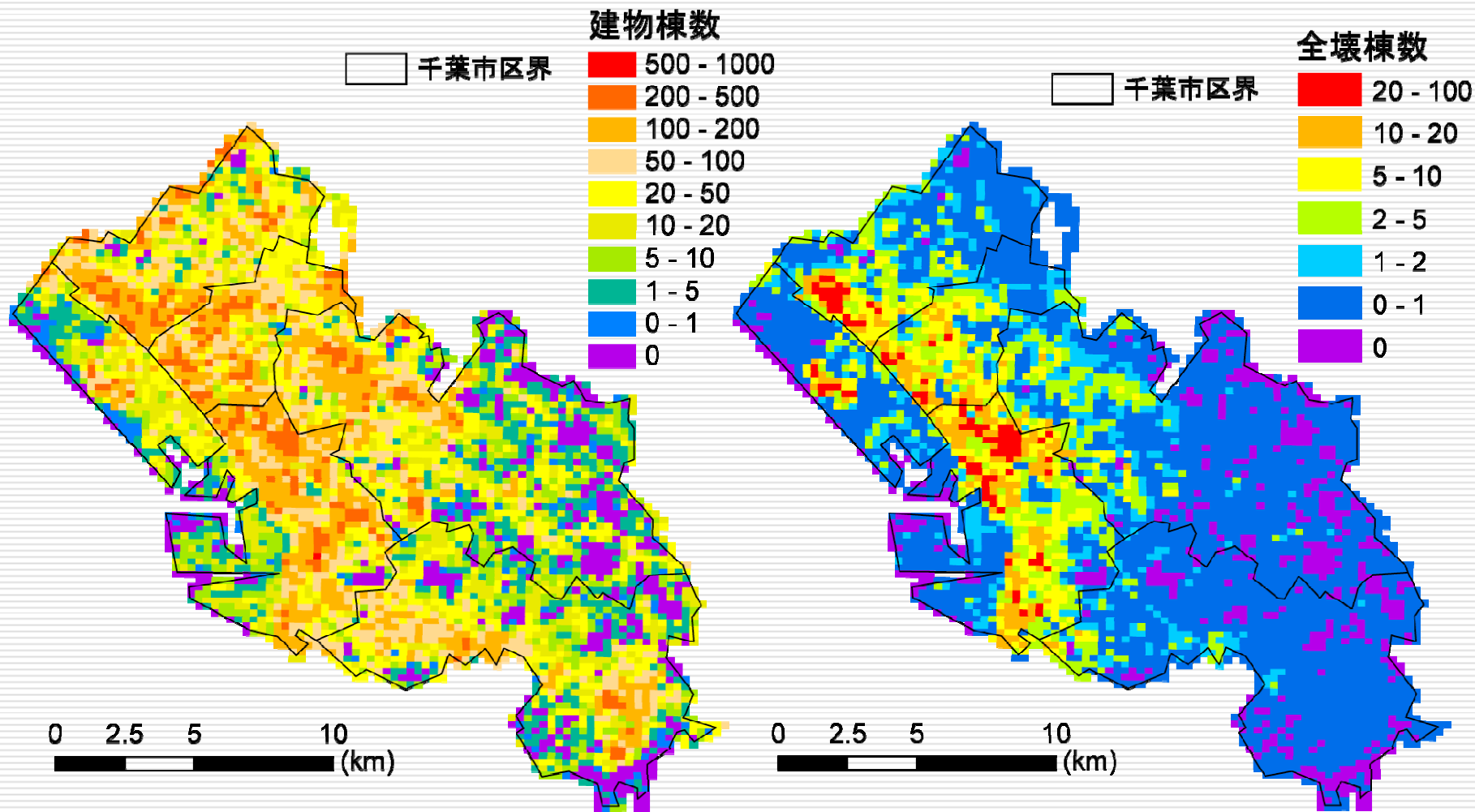


# 想定地震による被害の分布 東京湾北部地震

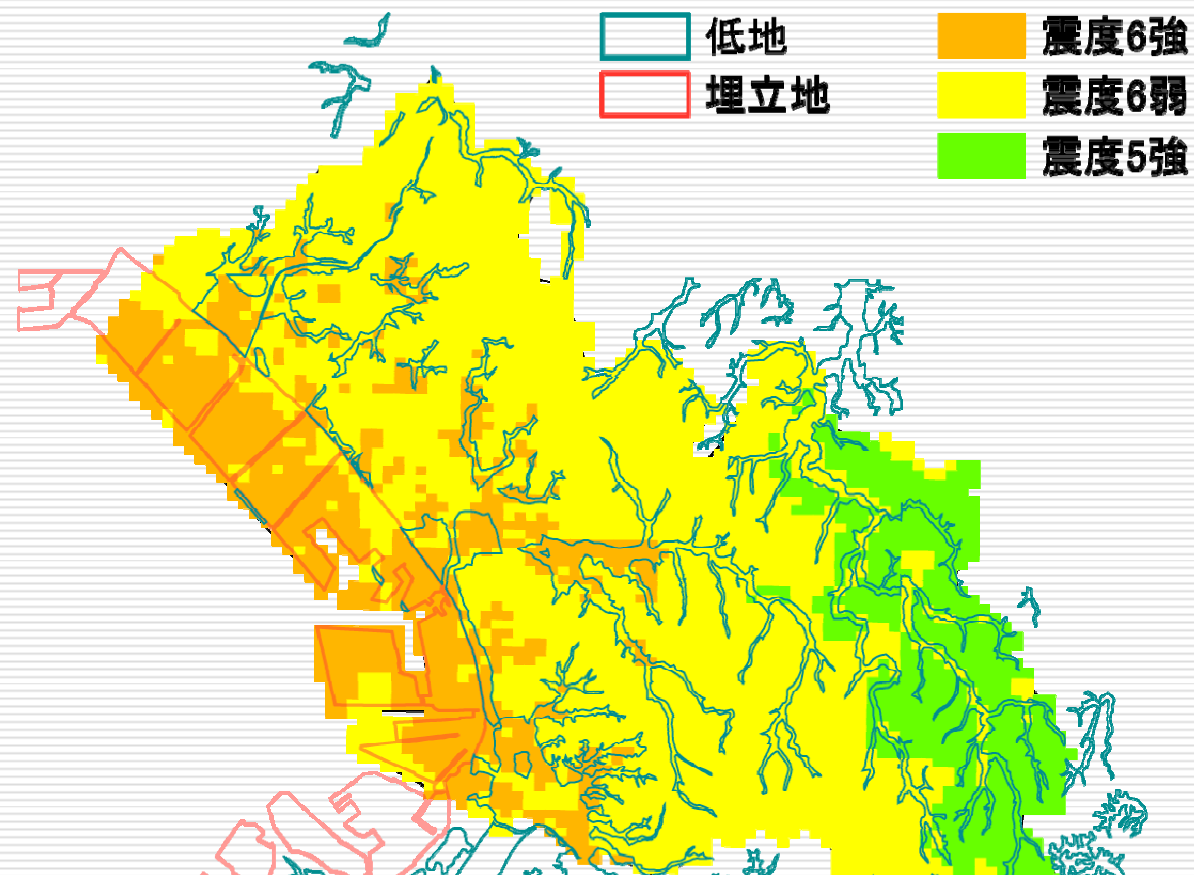




# 建物の分布と被害の分布



# 震度分布の詳細(東京湾北部地震)



震度・被害の分布は地形と密接な関係がある

0 2.5 5 10 (km)



# 地形・地盤と地震のゆれ

---

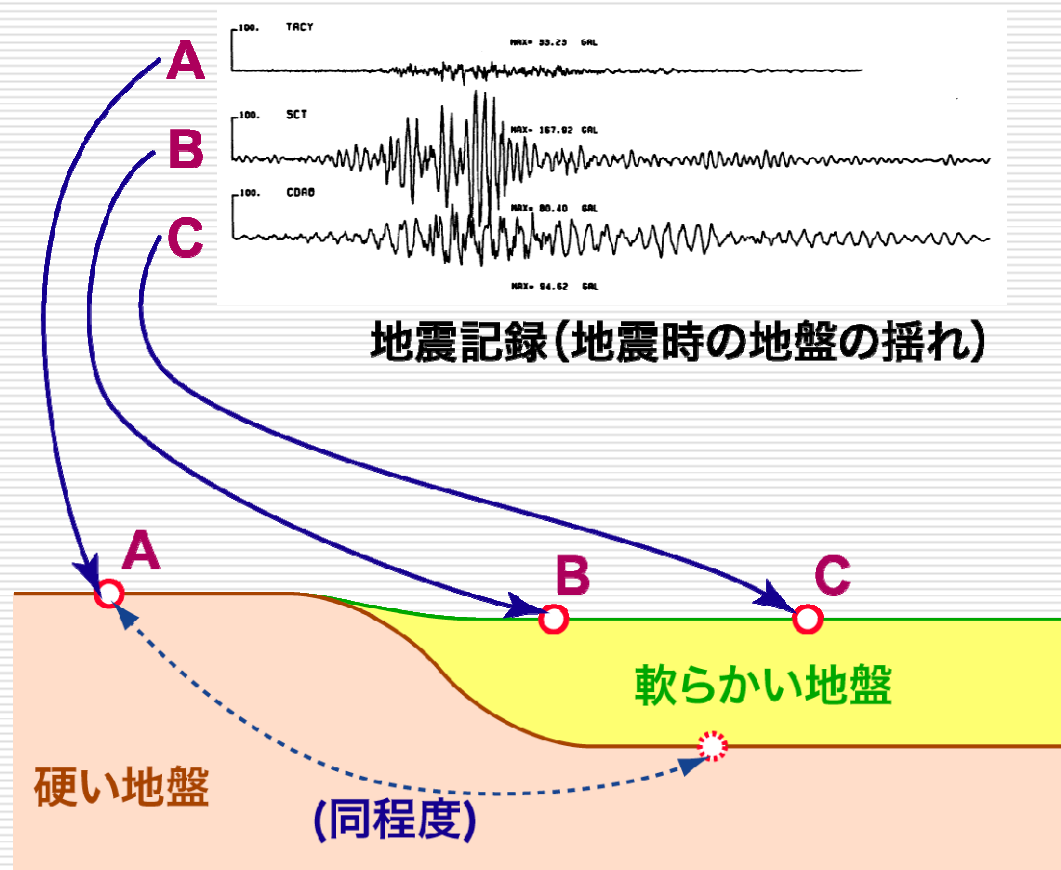
# 硬い建物・軟らかい建物

- 建物には硬い建物と軟らかい建物がある
  - 大きな力をかけても変形しない、小さな力でも変形する(地盤も同様)



# 地盤の性質とゆれの強さ

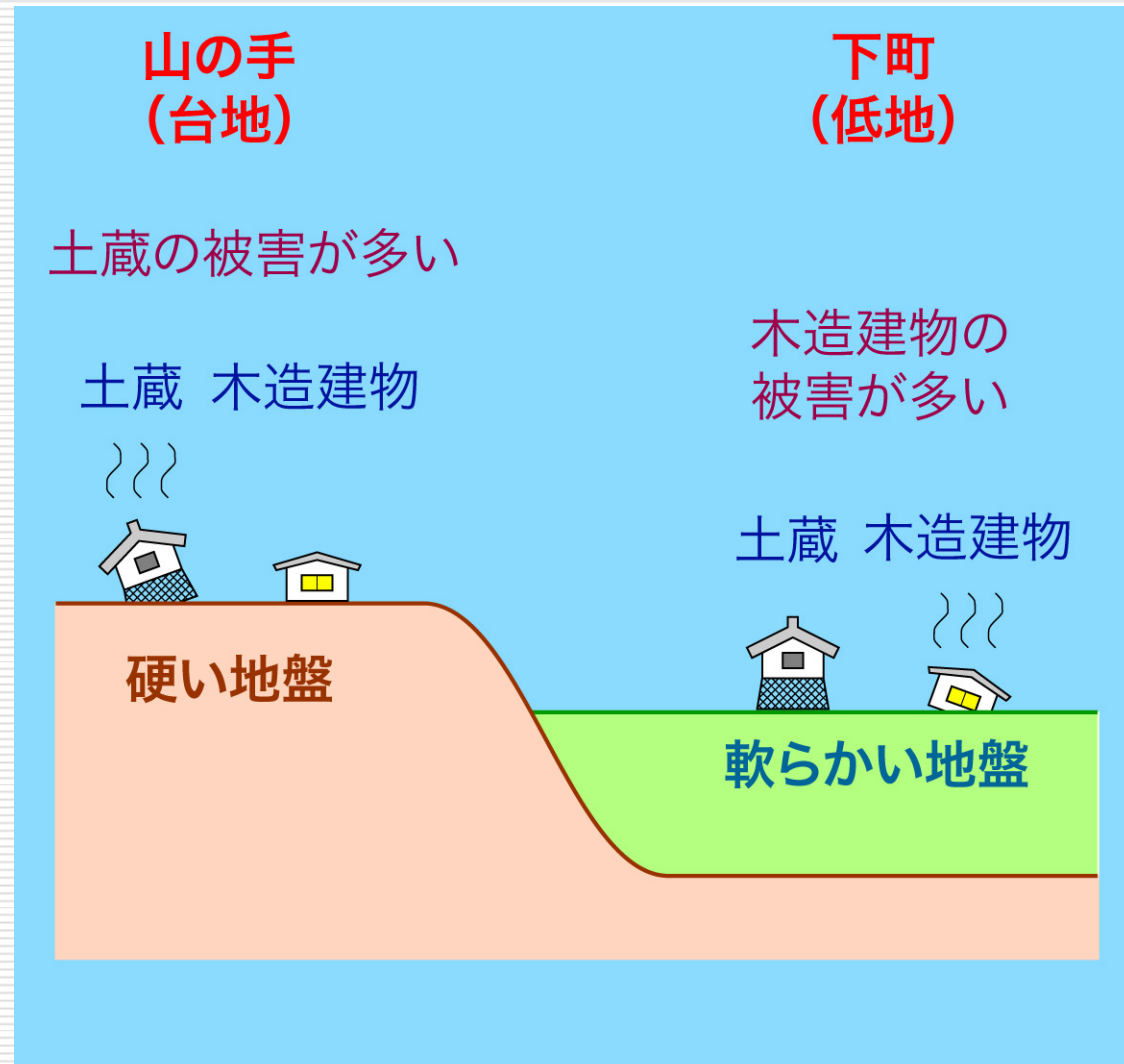
- 地震時の地面の揺れ(地震動)は地盤の性質により大きく左右される





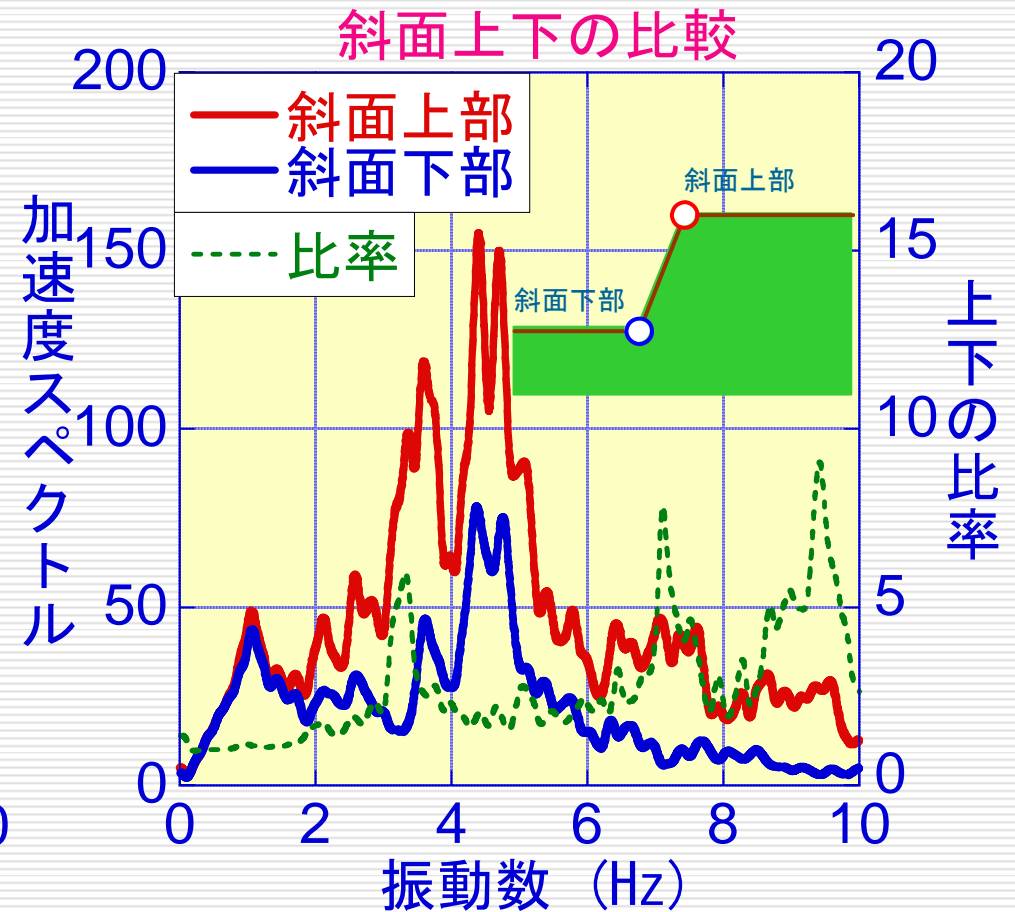
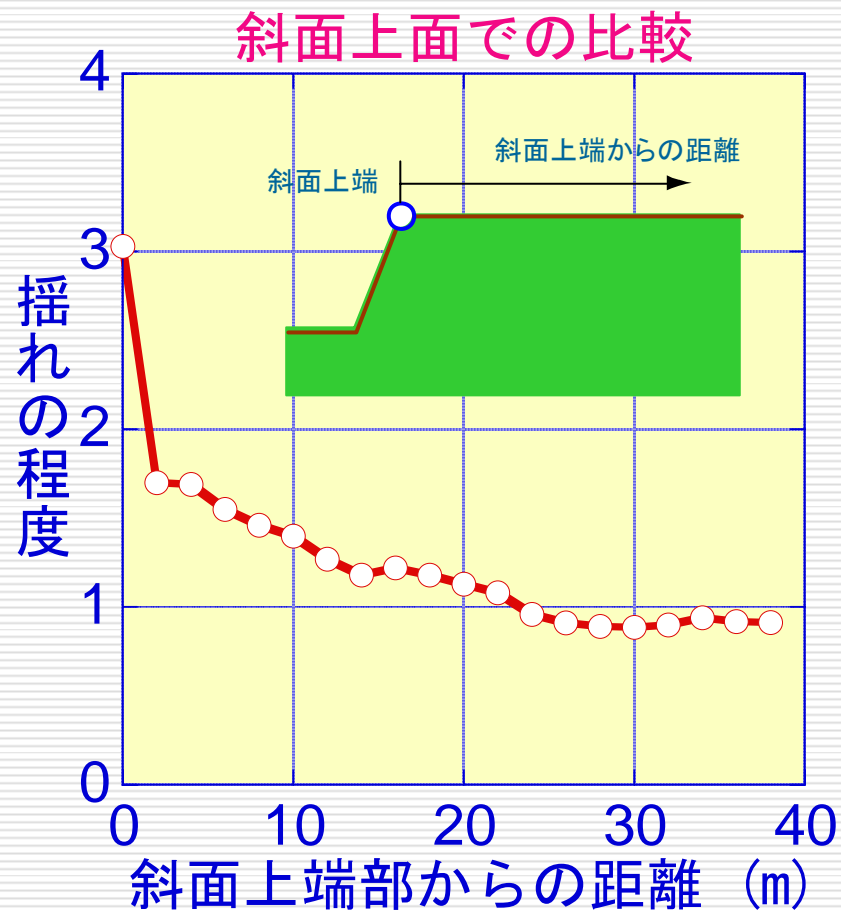
# 地盤の性質と地震被害

- 建物・地盤には固有の揺れやすさ(固有周期、固有振動数)がある。
- 双方が一致すると共振現象により建物の揺れが非常に大きくなることがある。



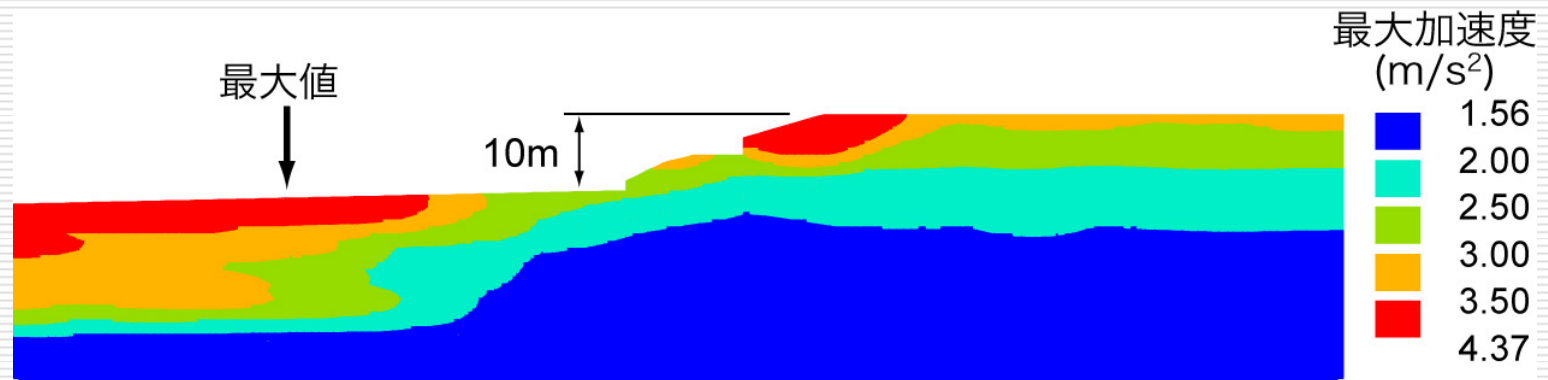
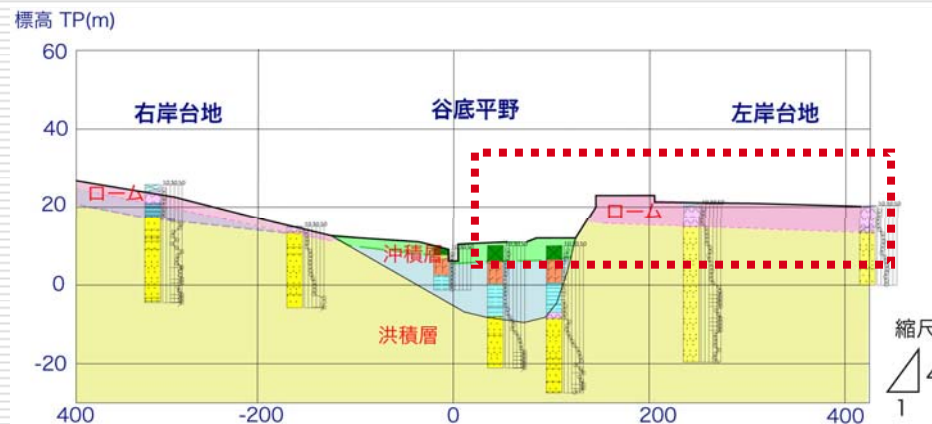
# 地形の影響

- 地形(微地形)により地震動の大きさが大きく変化する可能性がある。



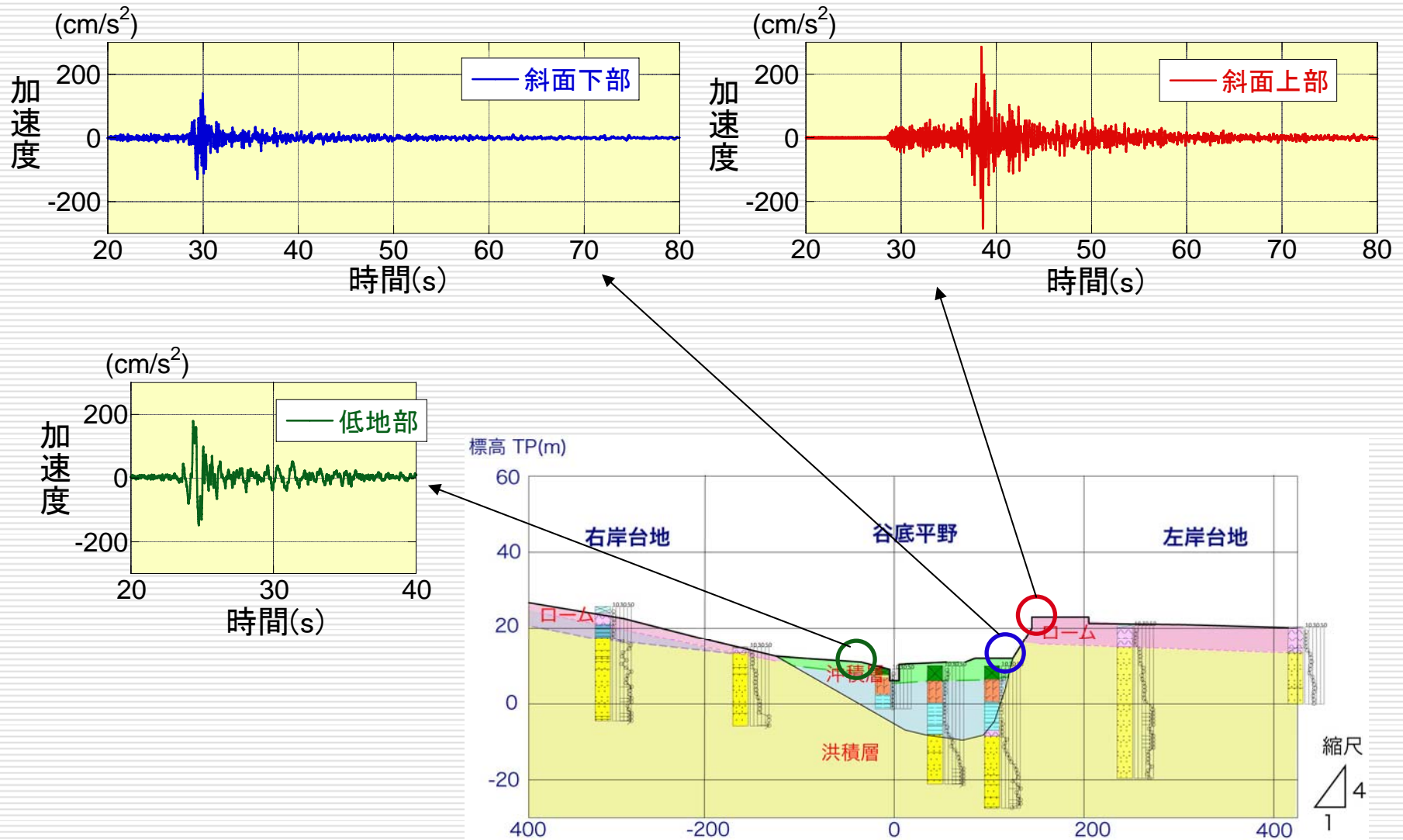
# 崖地形による災害リスク

- 崖地形近傍では地盤構造が複雑に変化しており、これに伴って地震時の揺れも周囲とは異なる。

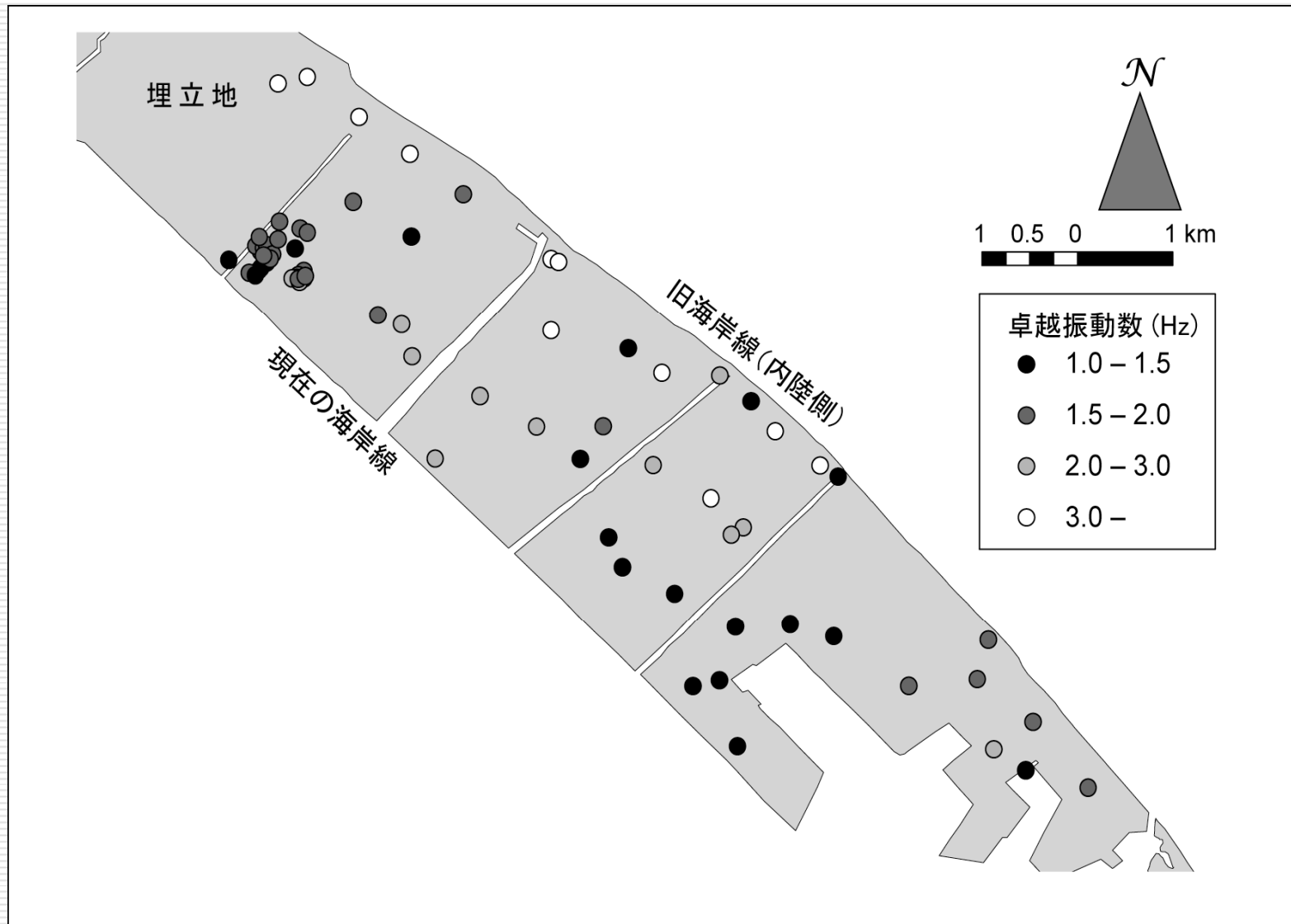




# 崖地形による災害リスク(2)

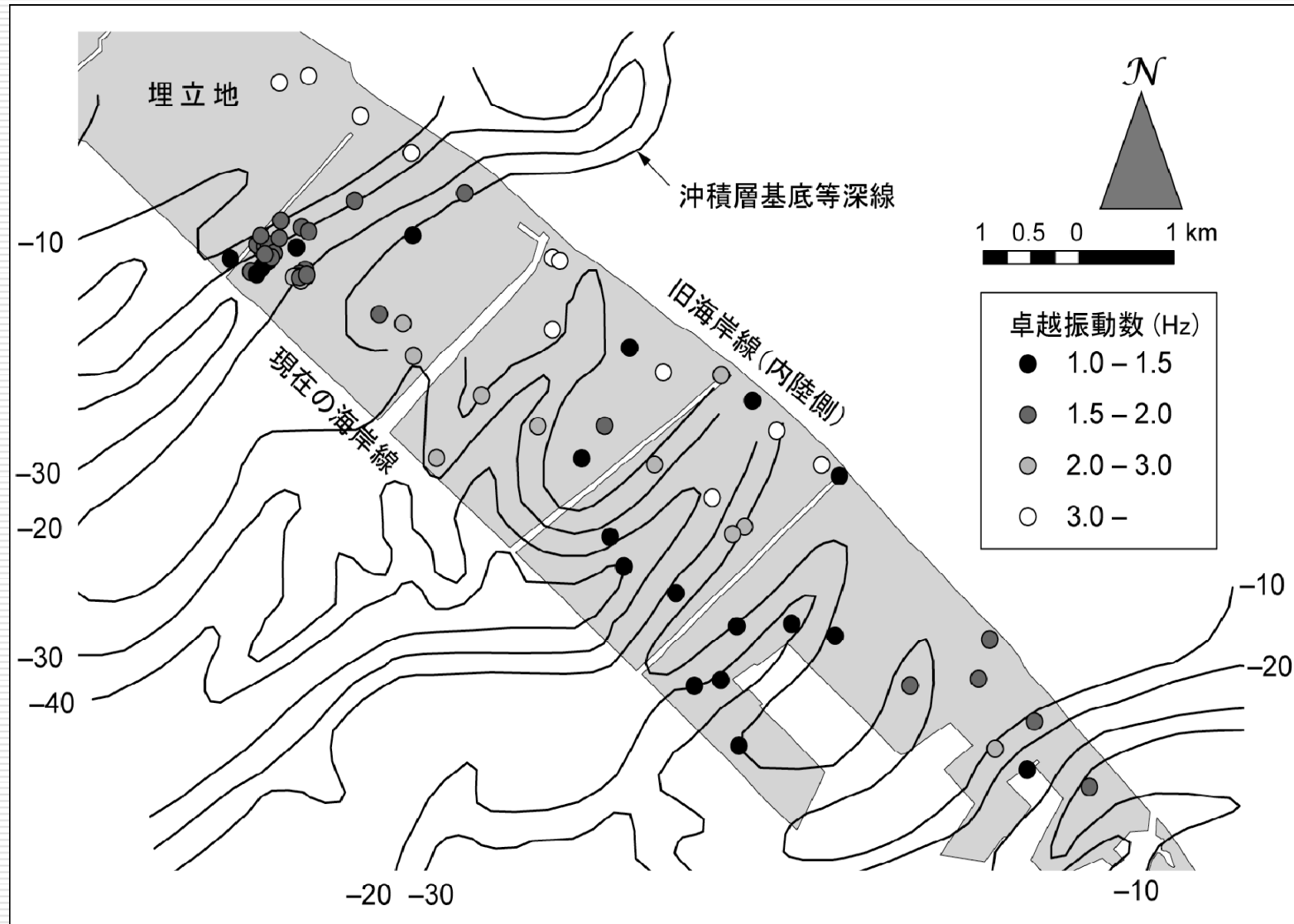


# 埋立地での振動特性の変化





# 埋立地での振動特性の変化



# 地形分類

---



# 地形分類

---

- 地形は、その大きさに従い、大地形・中地形・小地形・微地形などに分類される。
  - 大地形： ○○山地、××平野、など
  - 中地形： 山地、丘陵地、台地、低地、など
  - 小地形： 扇状地帯、自然堤防地帯、三角州帯
  - 微地形： 自然堤防、後背湿地、旧河道、谷底平野、など
  
- 地震波の波長との関係から、大地形は長周期地震動と関連が深く、小地形・微地形は短周期地震動に大きく影響する。

# 微地形とその分類

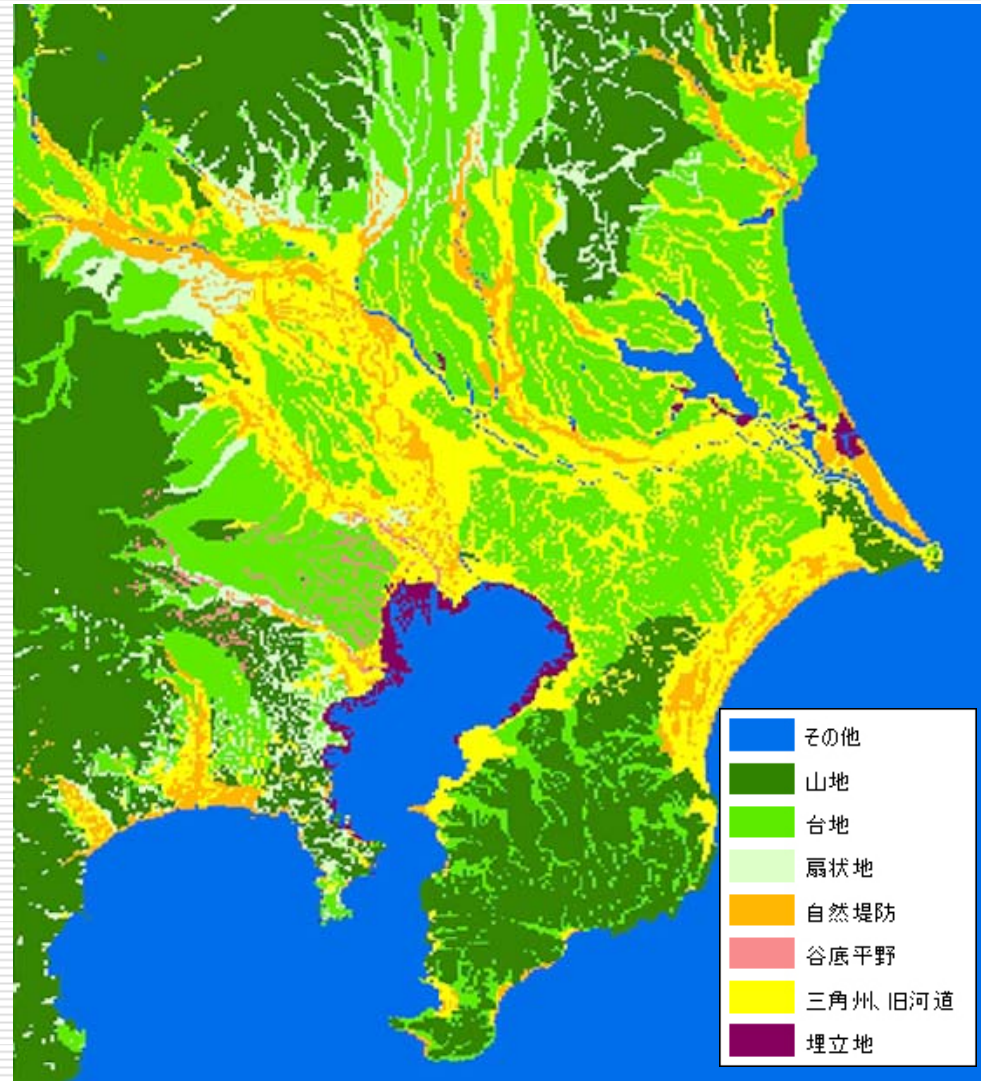
- 数100m～数kmの範囲で変化する地形(微地形)により、地震時の建物の揺れが左右される。
- 日本の平野は台地(洪積地盤)または低地(沖積地盤)であり、低地は一般に軟弱地盤である。



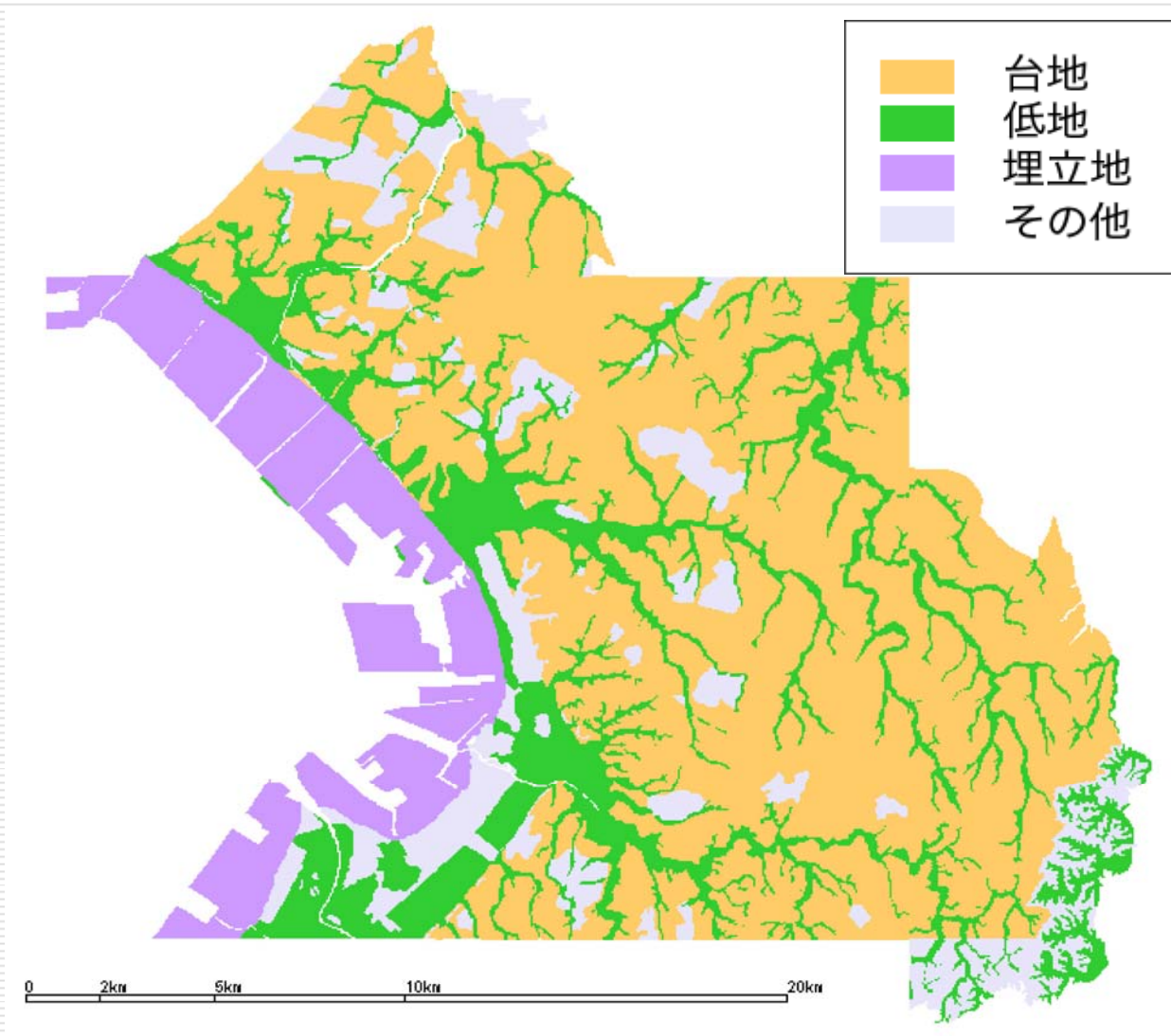


# 関東地方の地形

- 関東平野も小高い**台地**と**低平**な低地からなっている。
- **低地**には川が流れ、周囲には軟弱な地盤が堆積している。**台地**の地盤は低地より硬質であるが、**細長い低地**が奥まで入り込んでおり、複雑な地形を構成している。

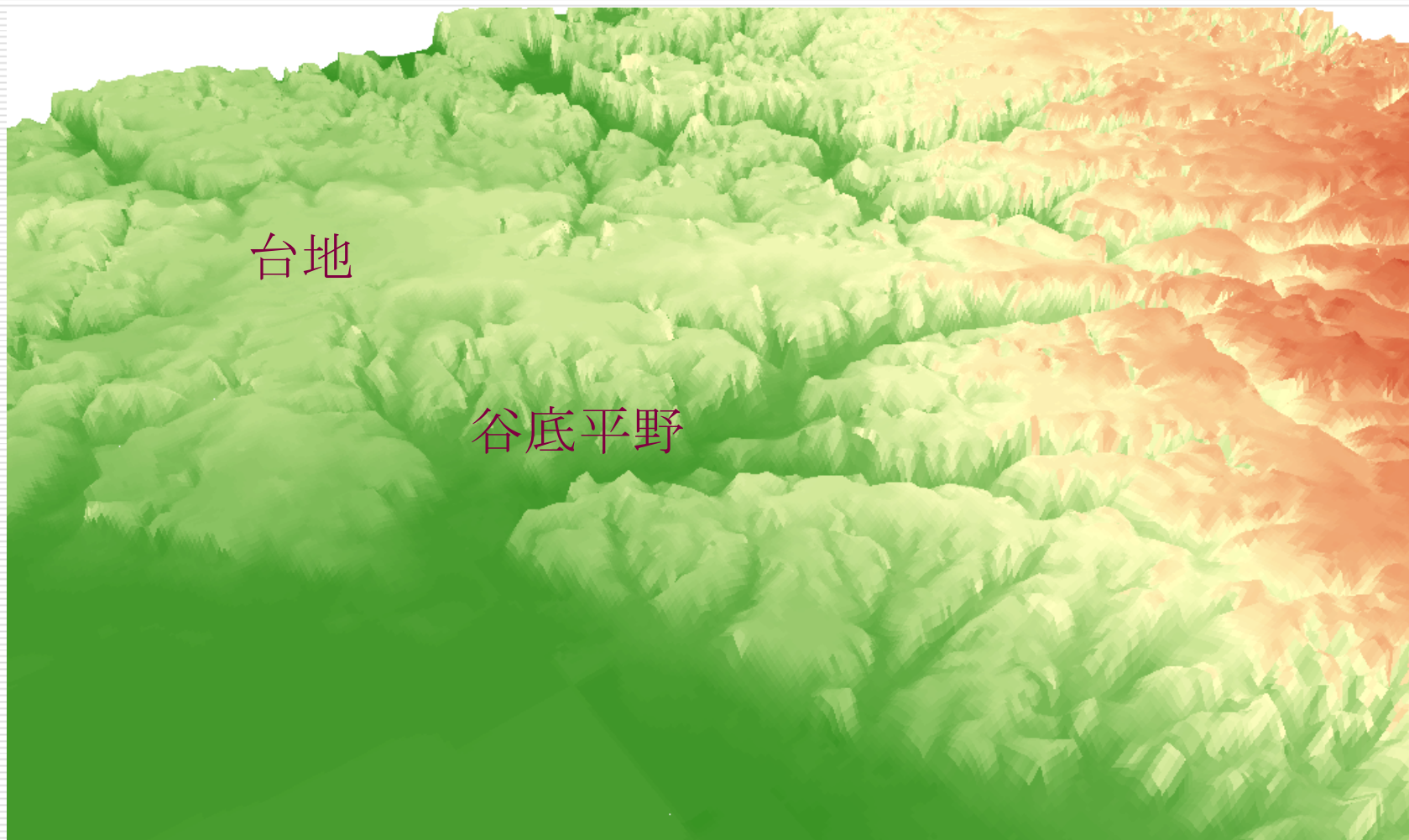


# 千葉市のおおまかな地形



# 千葉市北西部の地形: 鳥瞰図

---





# 南関東に特有の地形：台地と谷津田

---



# 微地形と地盤の性質

微地形	地形の特徴	地盤の概要	問題点
扇状地	扁平な半円錐状	厚い砂礫層	被圧地下水
自然堤防	微高地の帯状配列	砂質土	地震時液状化
後背湿地	自然堤防背後の低湿地	軟弱粘土、シルト、細砂	軟弱地盤
三角州	内湾の河口部	軟弱な細砂、厚い粘土層	極軟弱地盤
溺れ谷	丘陵・台地などの間の狭長低平な谷	極軟弱なピート、粘土、シルト	極軟弱地盤

# 植生・土地利用と微地形の関係

植生・土地利用	微地形
乾田	高燥な後背低地、扇状地、谷底平野、段丘面
水田	低湿地
沼田	顕著な低湿地
畑・牧草地	丘陵、台地、 低地の微高地、自然堤防、沖積錘
果樹園	
溺れ谷	丘陵・台地などの間の狭長低平な谷



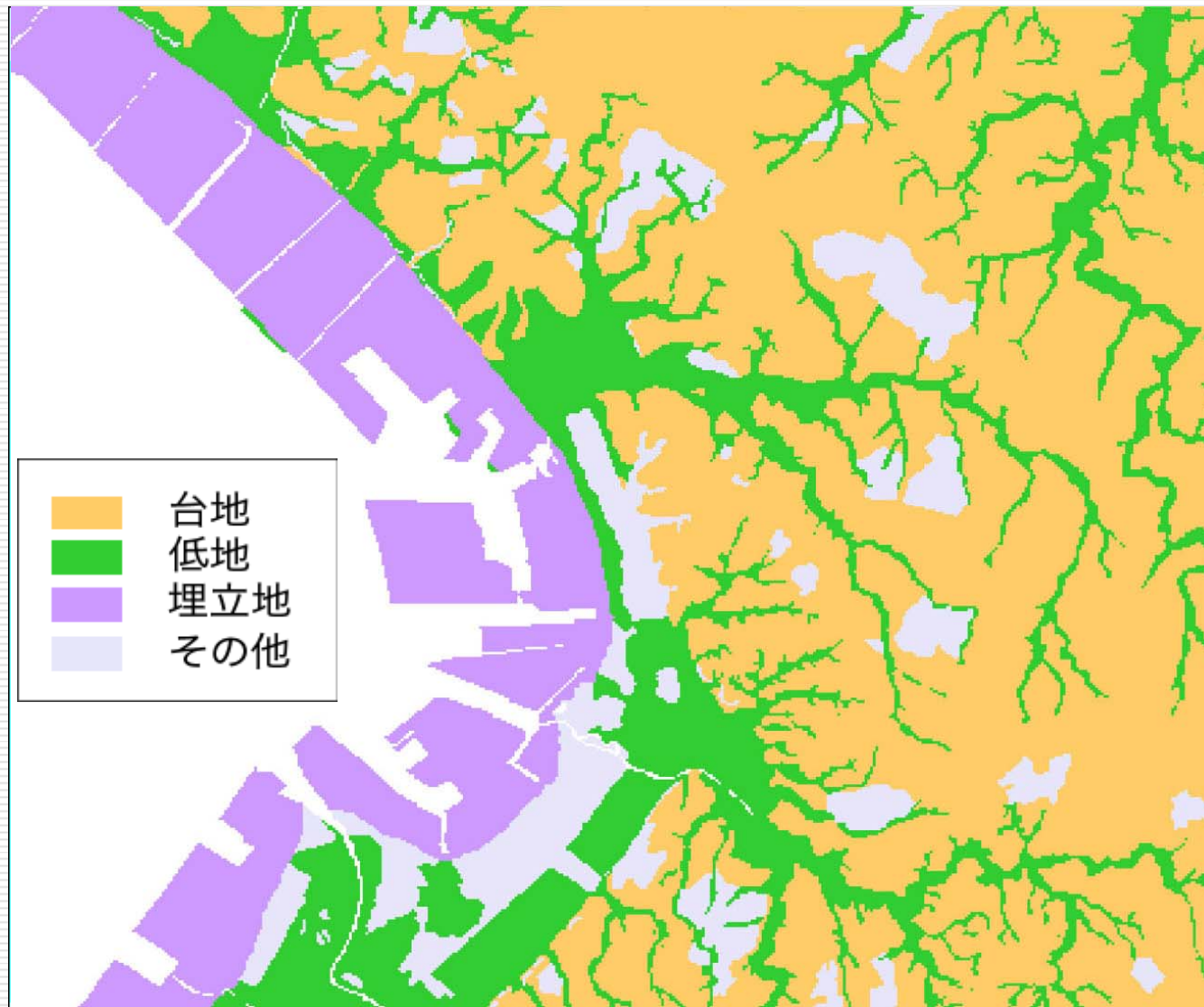
# 土地利用とその変化 → 微地形分類

古い時期の土地利用	現在の土地利用	推測される地形	備考
水田・湿地	水田	低湿地	
水田・湿地・内水地・海浜	建物用地・その他の用地	盛土地	
森林	建物用地・その他の用地	平坦化地	
森林	森林	低湿地以外	他の手段により細分 (丘陵地・台地・低地の微高地)
畑・果樹園・樹木畑・未定地	古い時期と同じ	台地・低地の微高地	
建物用地	古い時期と同じ	台地・低地の微高地	
森林	畑・果樹園・樹木畑	台地・低地の微高地	

# 古い時期の地形図 明治36年の千葉市付近



# 古い時期の土地利用 明治36年の千葉市

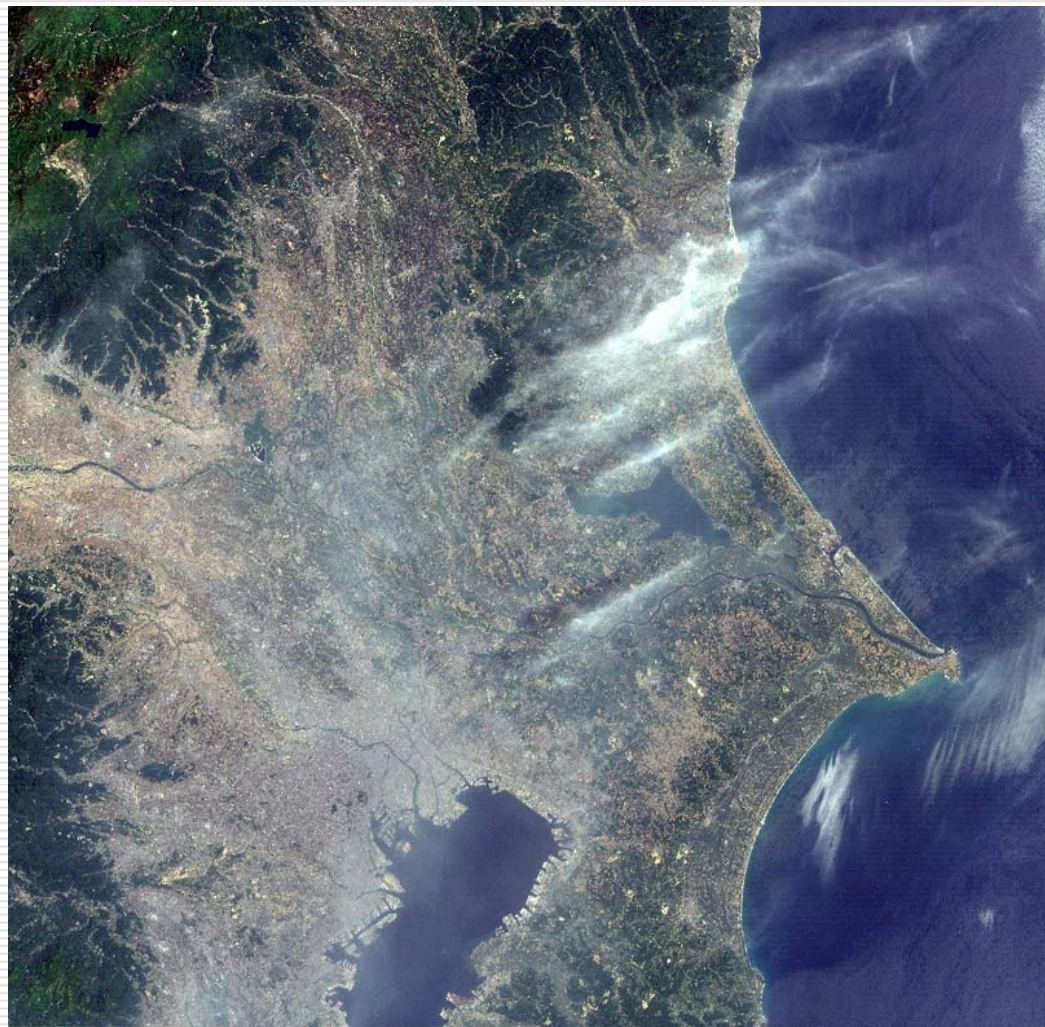




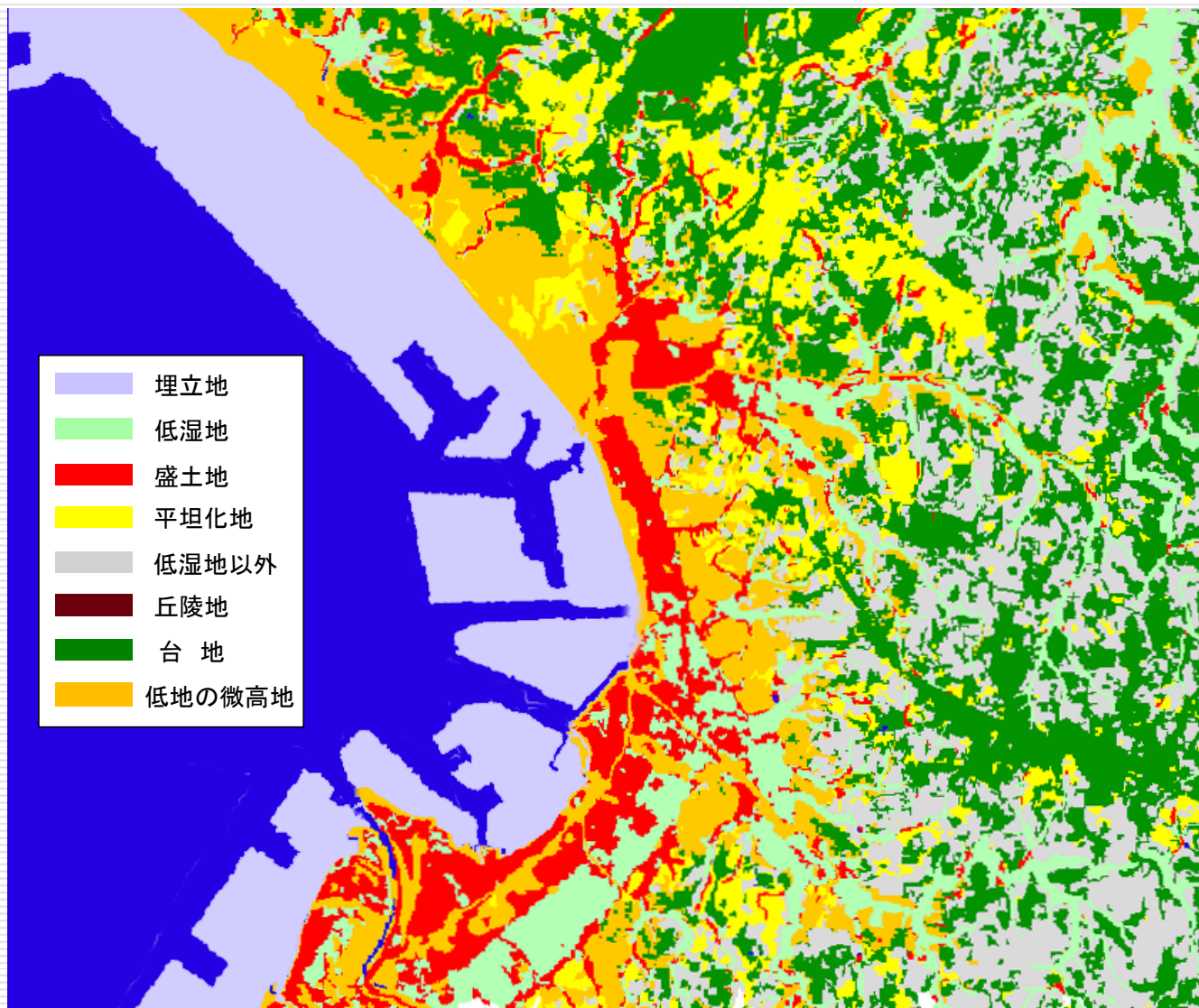
# 現在の土地利用 衛星データの分析

---

- 衛星データを分析することにより、現在の土地利用を得ることができる。

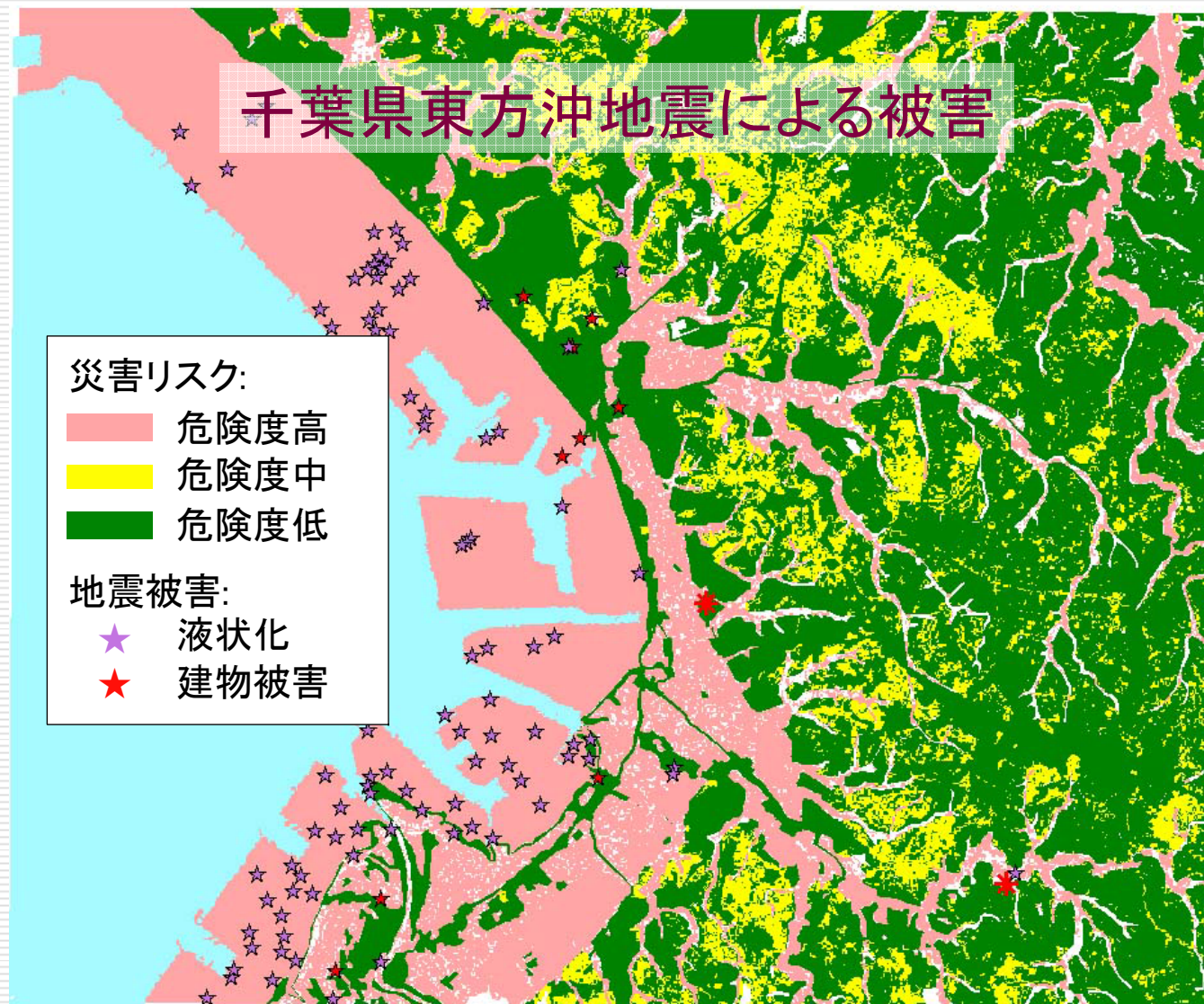


# 千葉市の微地形分類





# 災害リスクと地震被害の分布





## ここまでのまとめ

---

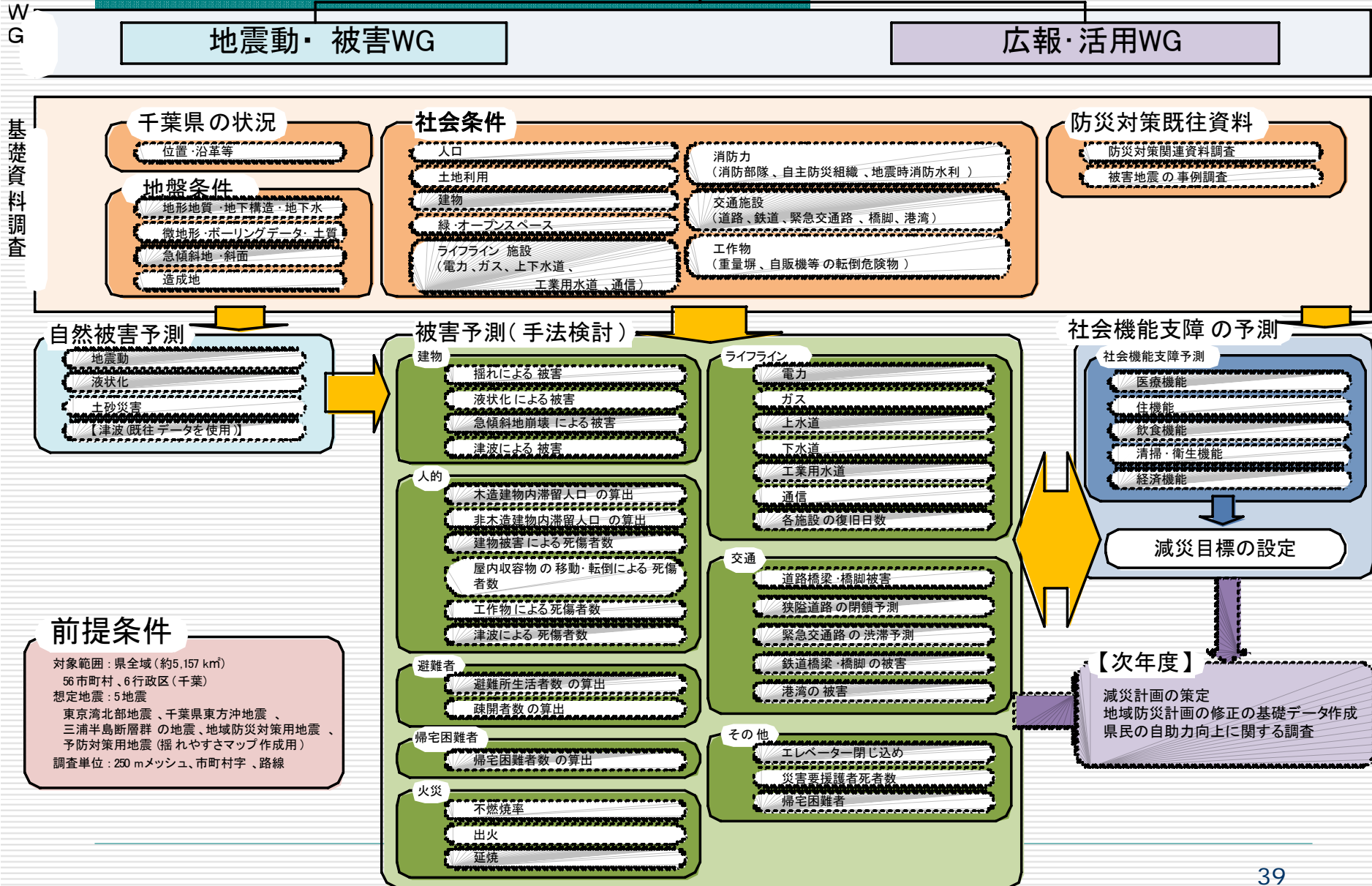
- 都市の(地震)災害リスクを理解するには、建物と地盤、さらには地形に関する詳細な知識が不可欠である。
- 建物の硬軟、地盤の新旧(硬軟)、地形の複雑さが、地震時の災害リスクを規定する。
- 災害リスクの所在を認識していれば、いざという時の判断の基礎になる。
- これらを考慮した地震被害の想定により、きめ細かな防災計画の立案が可能になる。

---

# 平成19年度 千葉県地震被害想定概要

# 千葉県地震被害想定調査 全体フロー

## 千葉県地震被害想定調査検討委員会

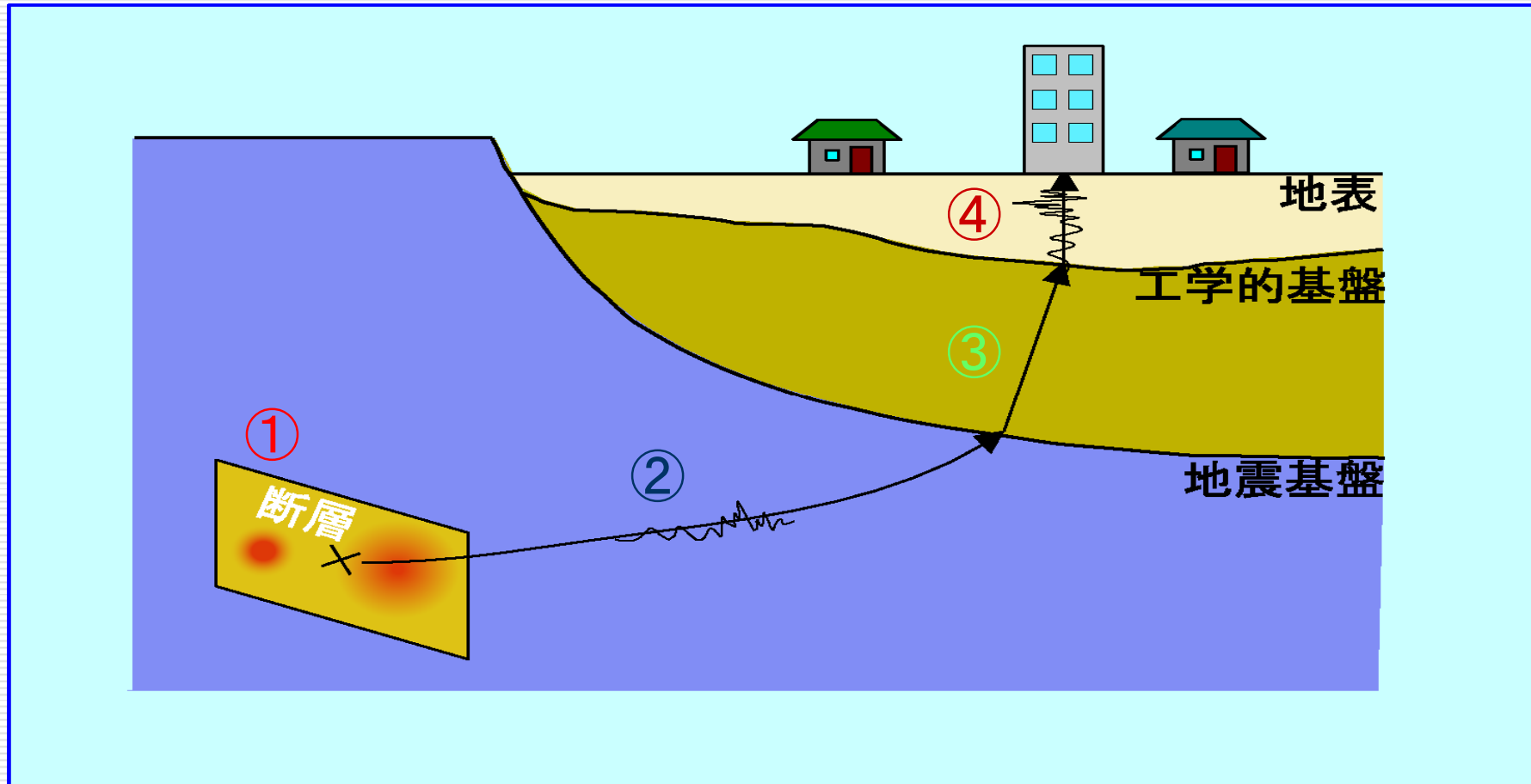


---

# 自然被害予測

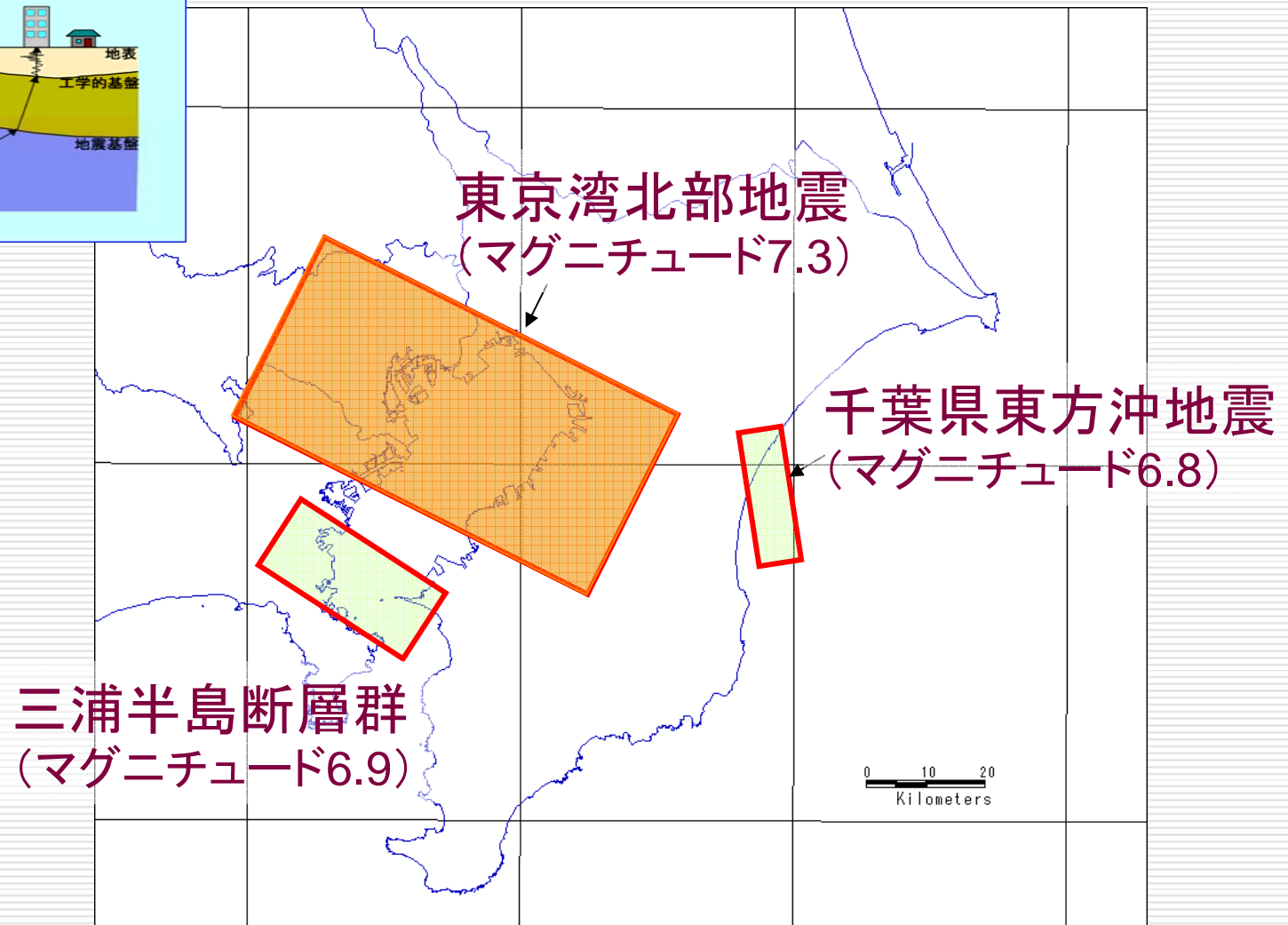
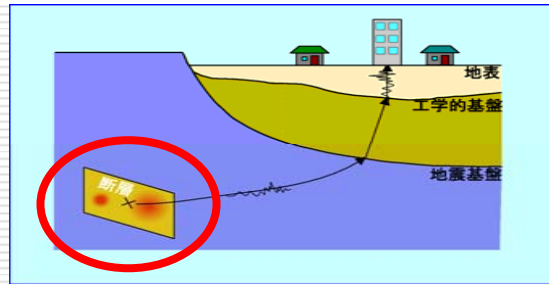


# 地震動予測:地震動の伝播

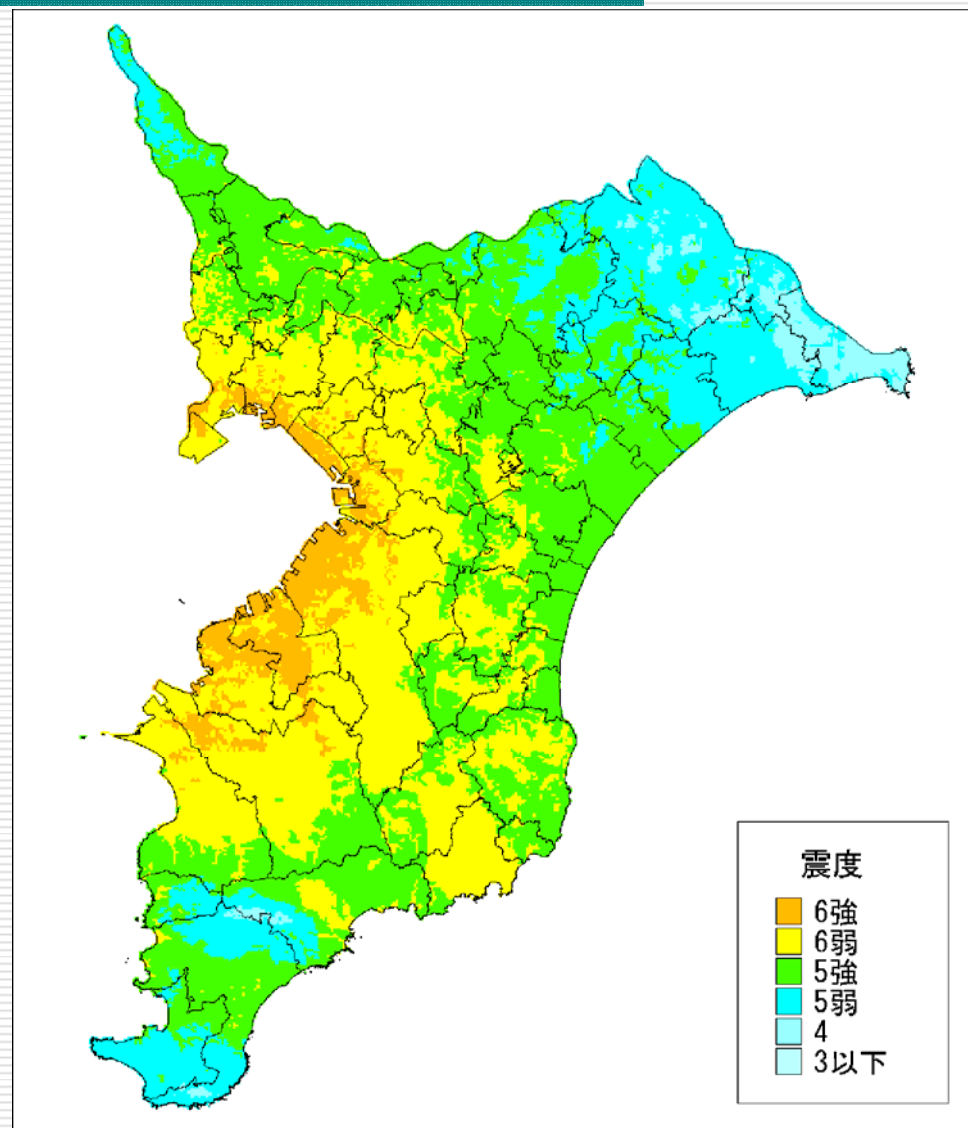


$$\text{①震源} \times \text{②伝播} \times \text{③伝播} \times \text{④表層} = \text{地震波}$$

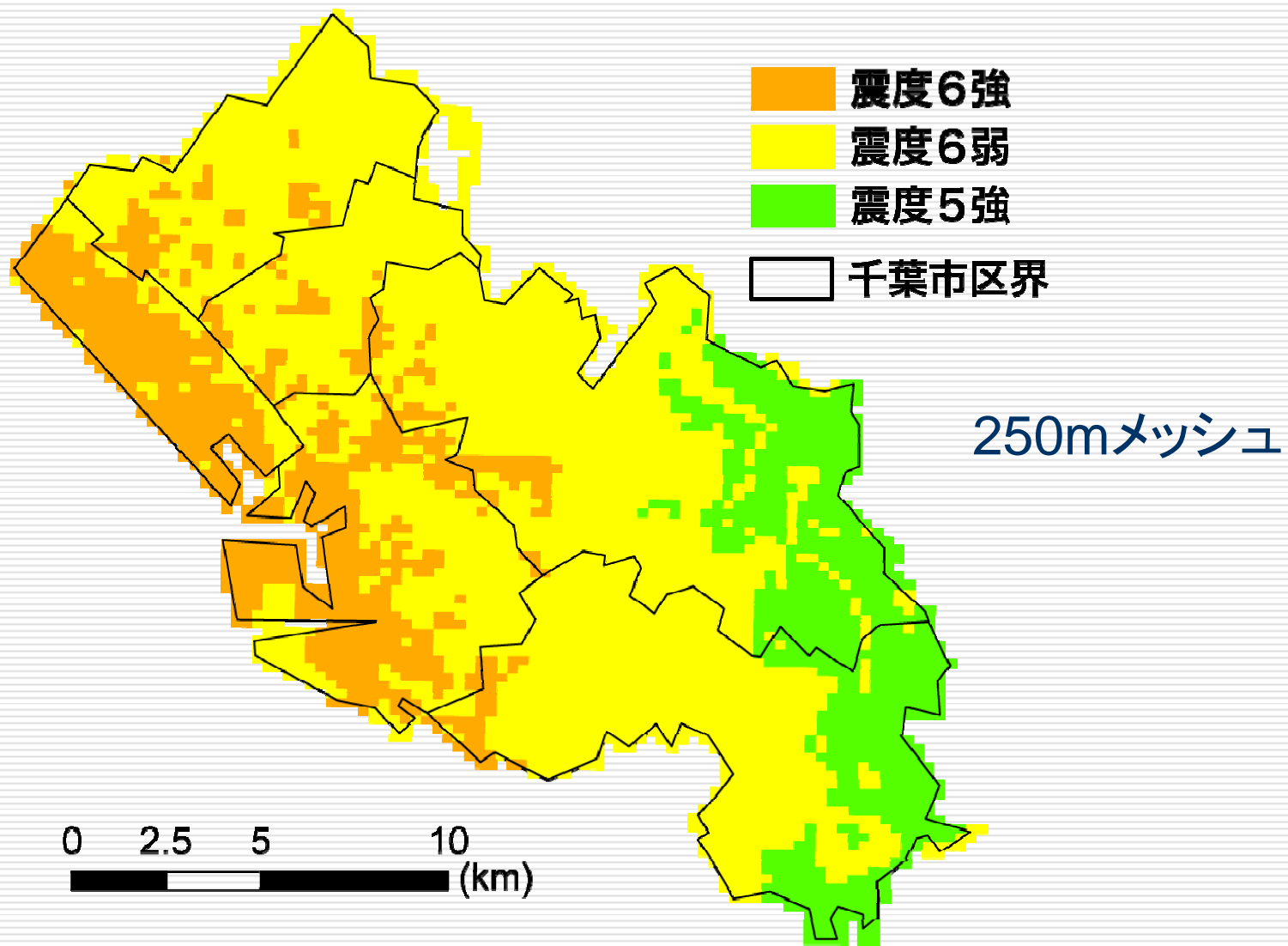
# 想定地震の断層



# 震度分布(東京湾北部地震)

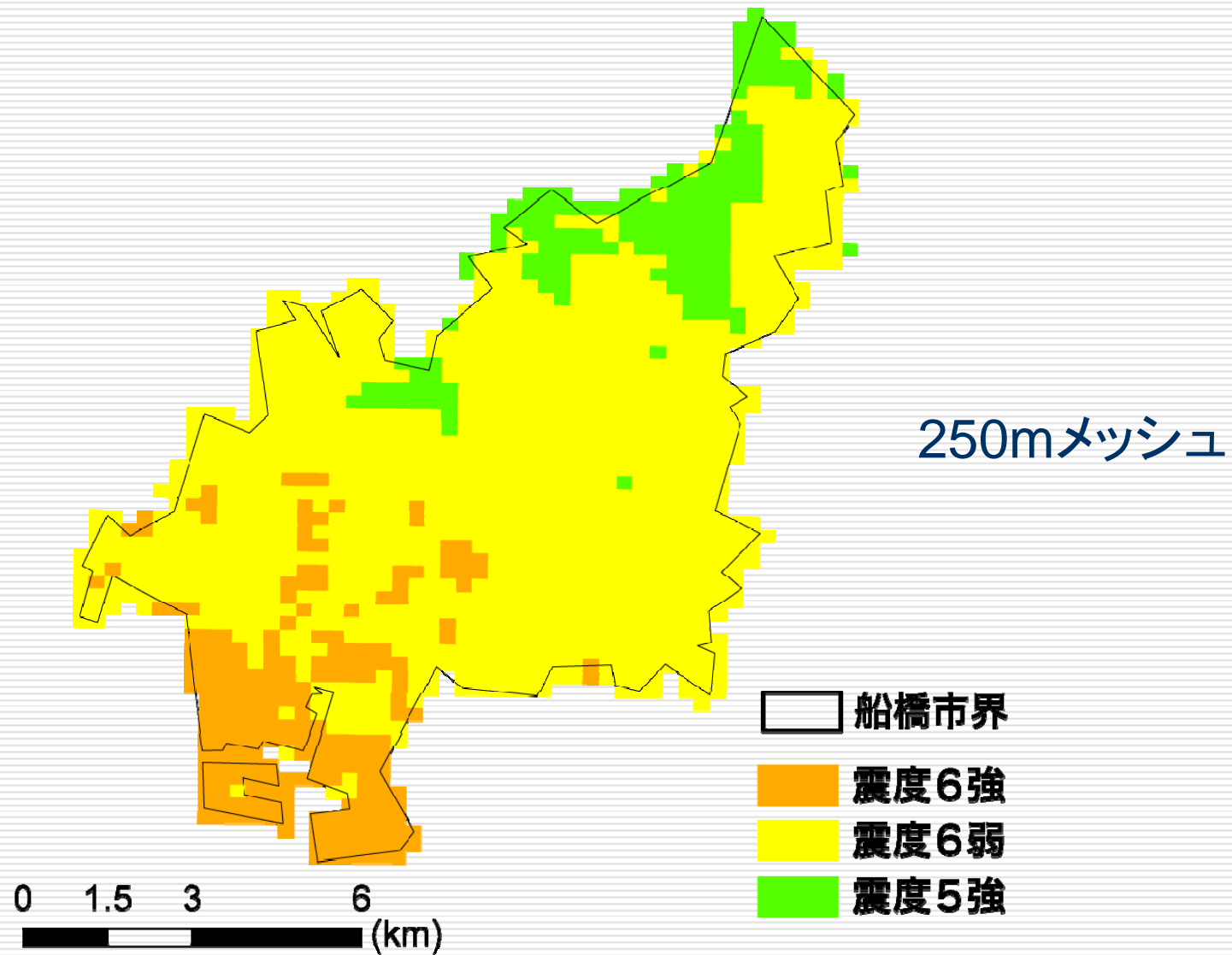


# 震度分布(東京湾北部地震:千葉市)



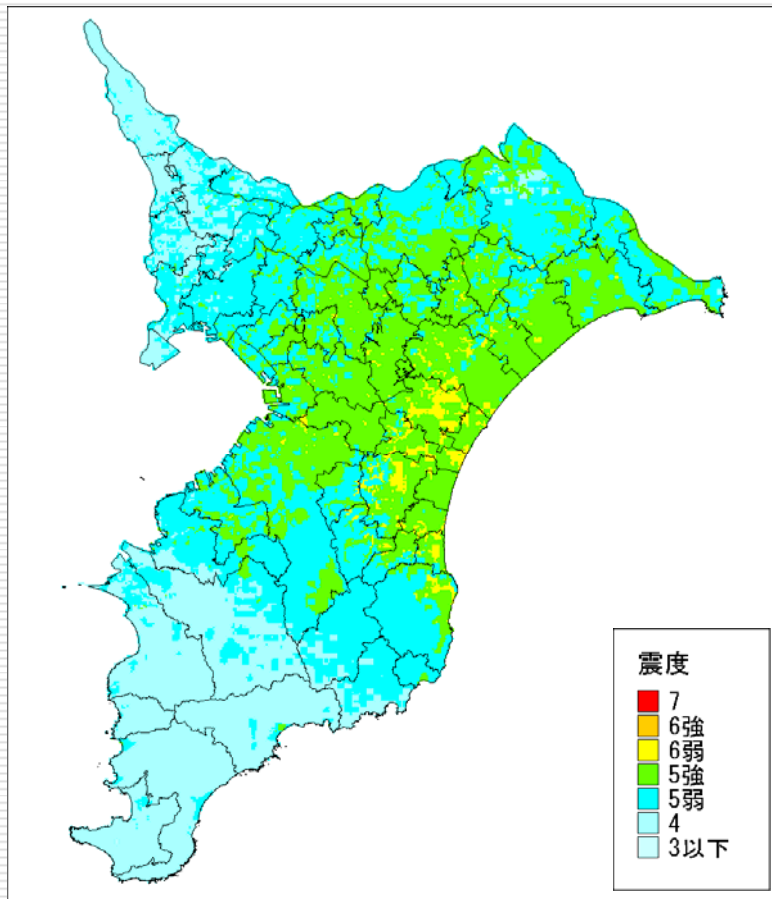


# 震度分布(東京湾北部地震:船橋市)

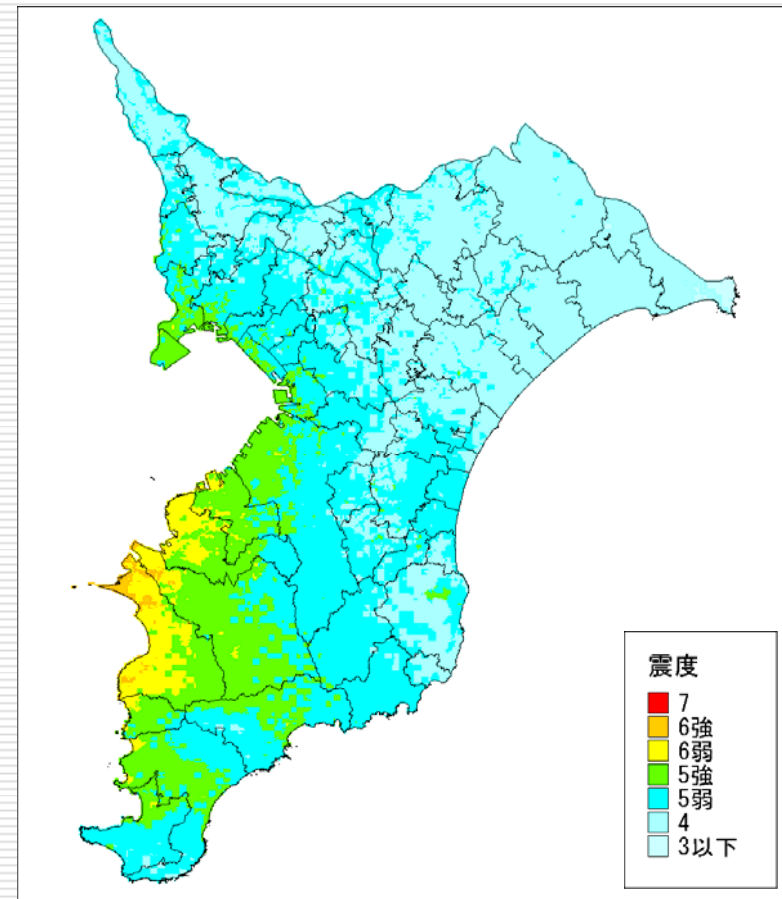


# 千葉県東方沖・三浦半島断層群

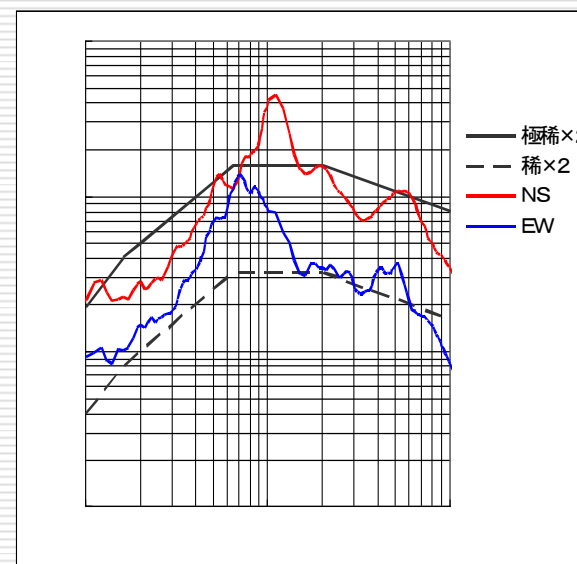
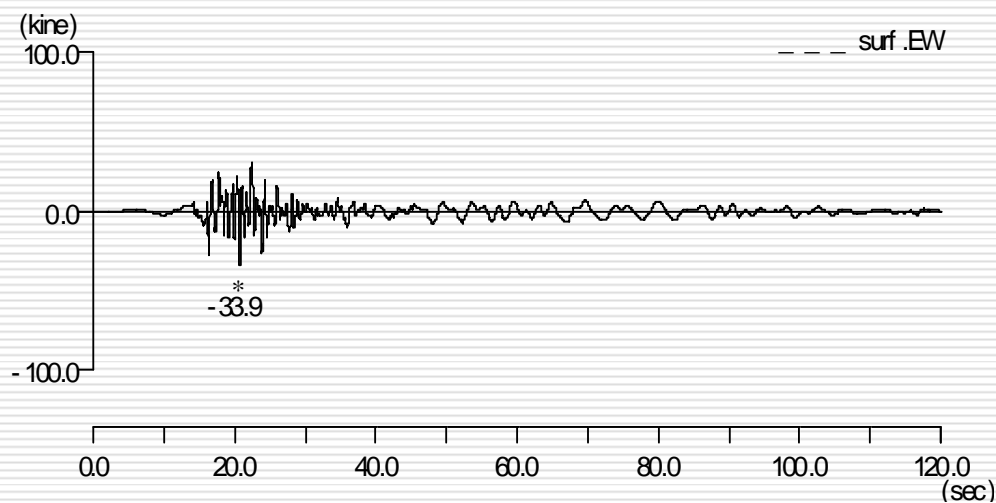
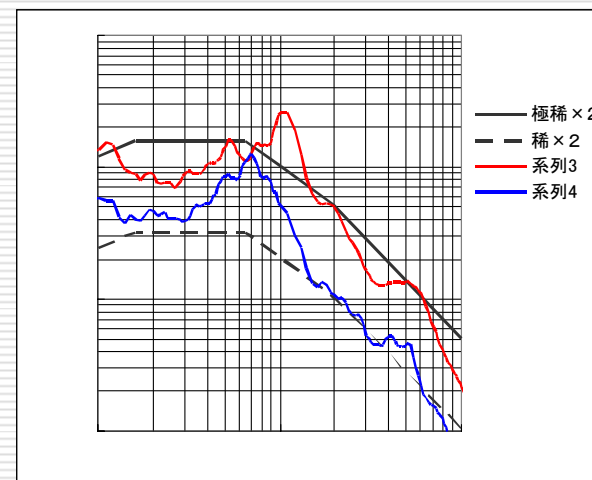
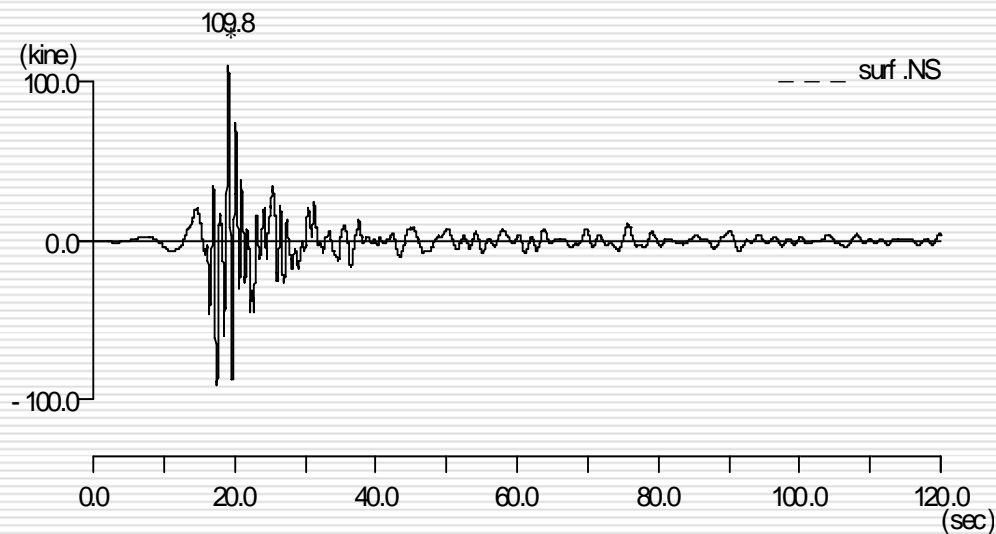
## 千葉県東方沖地震



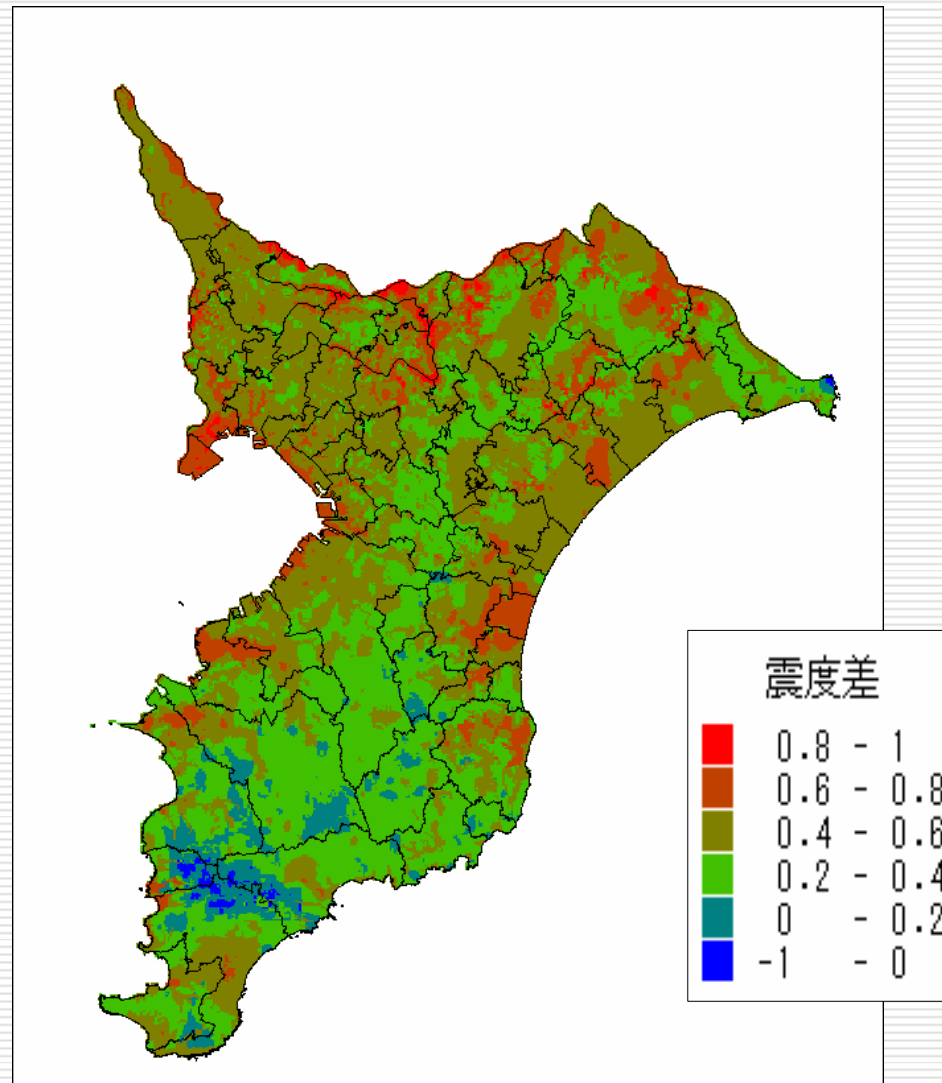
## 三浦半島断層群地震



# 地表における速度波形と加速度応答スペクトル

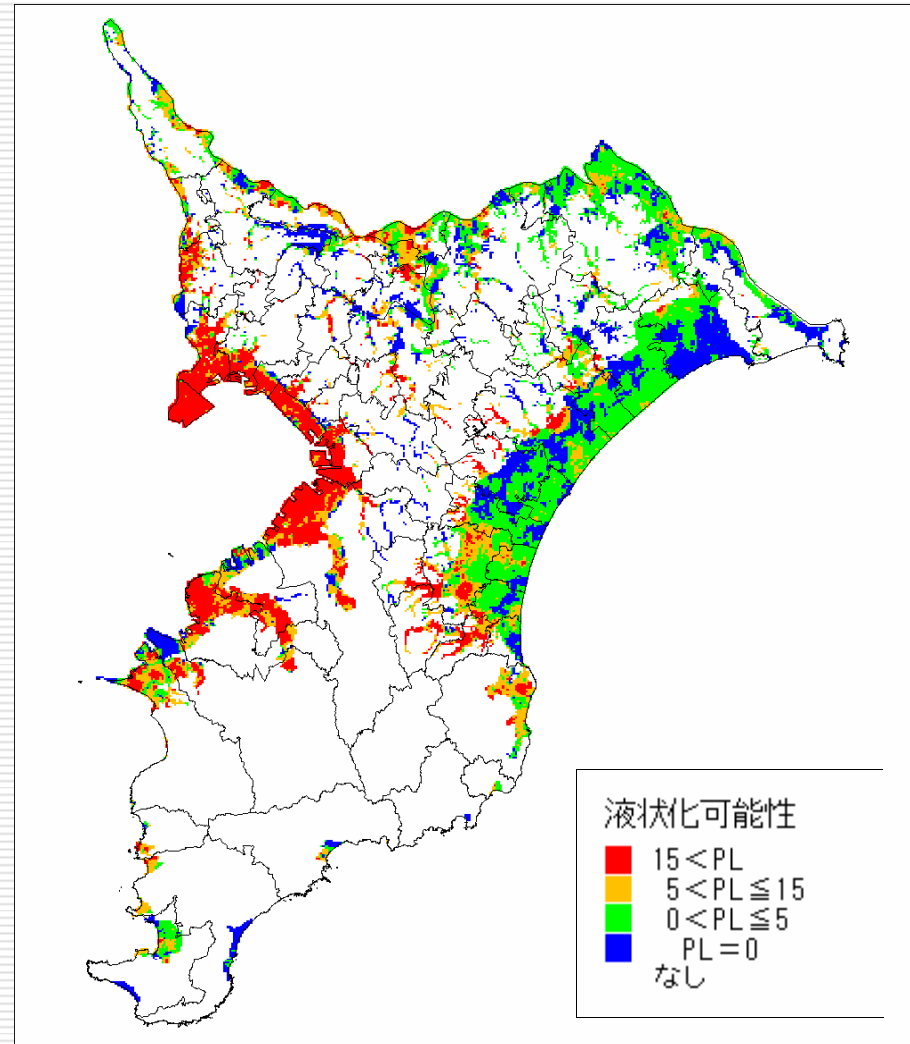
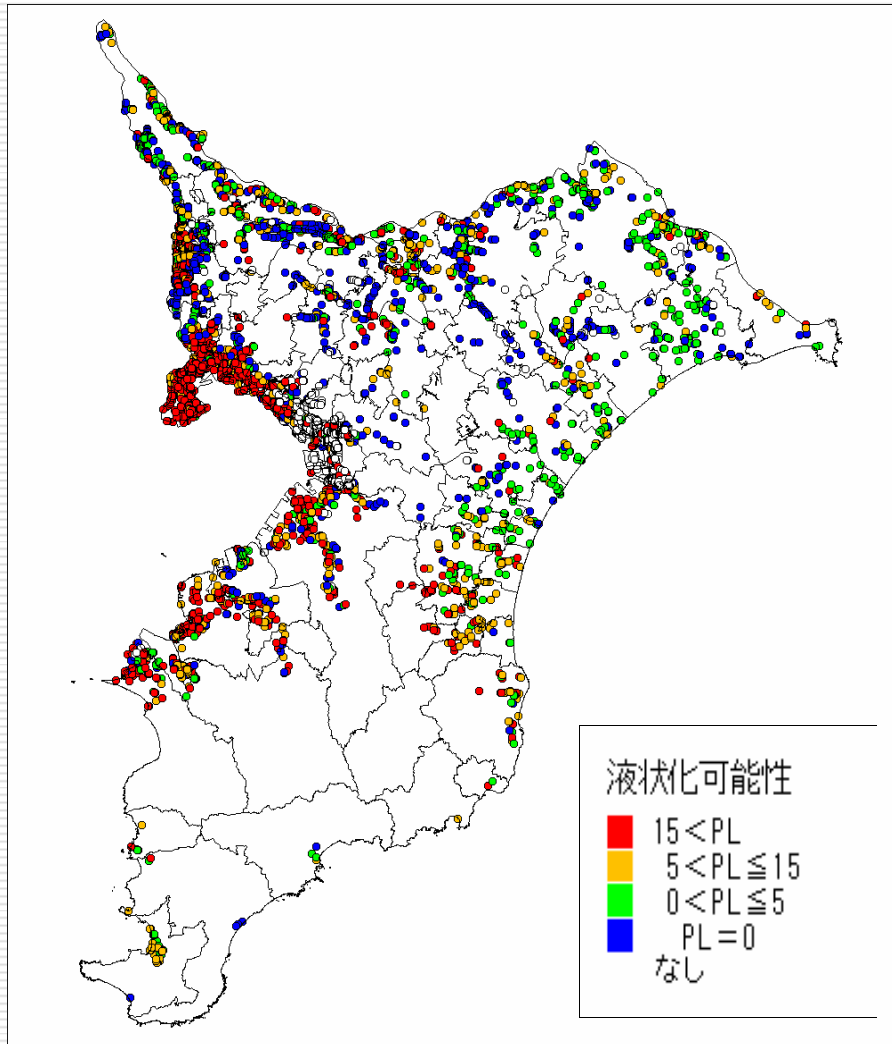


# 揺れやすさマップ

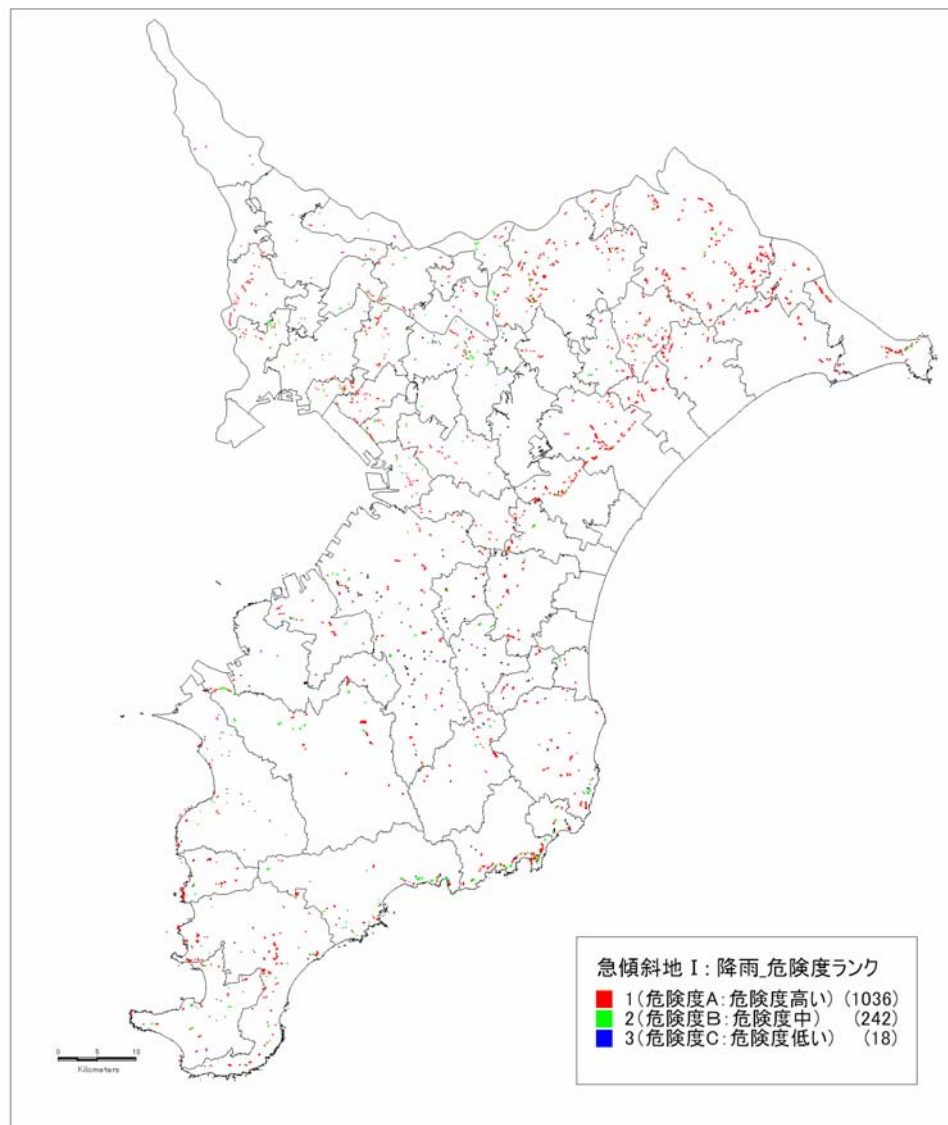




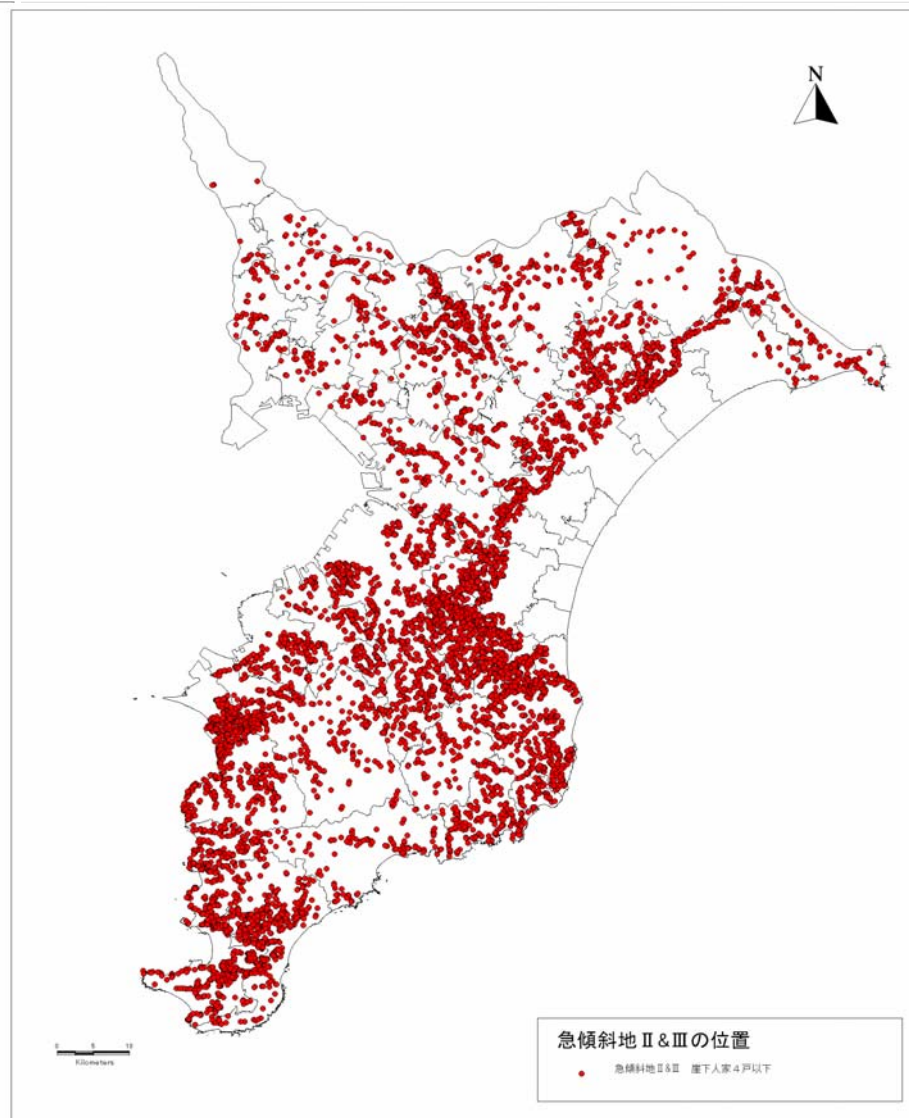
# 液状化分布図(東京湾北部地震)



# 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<sup>○</sup>

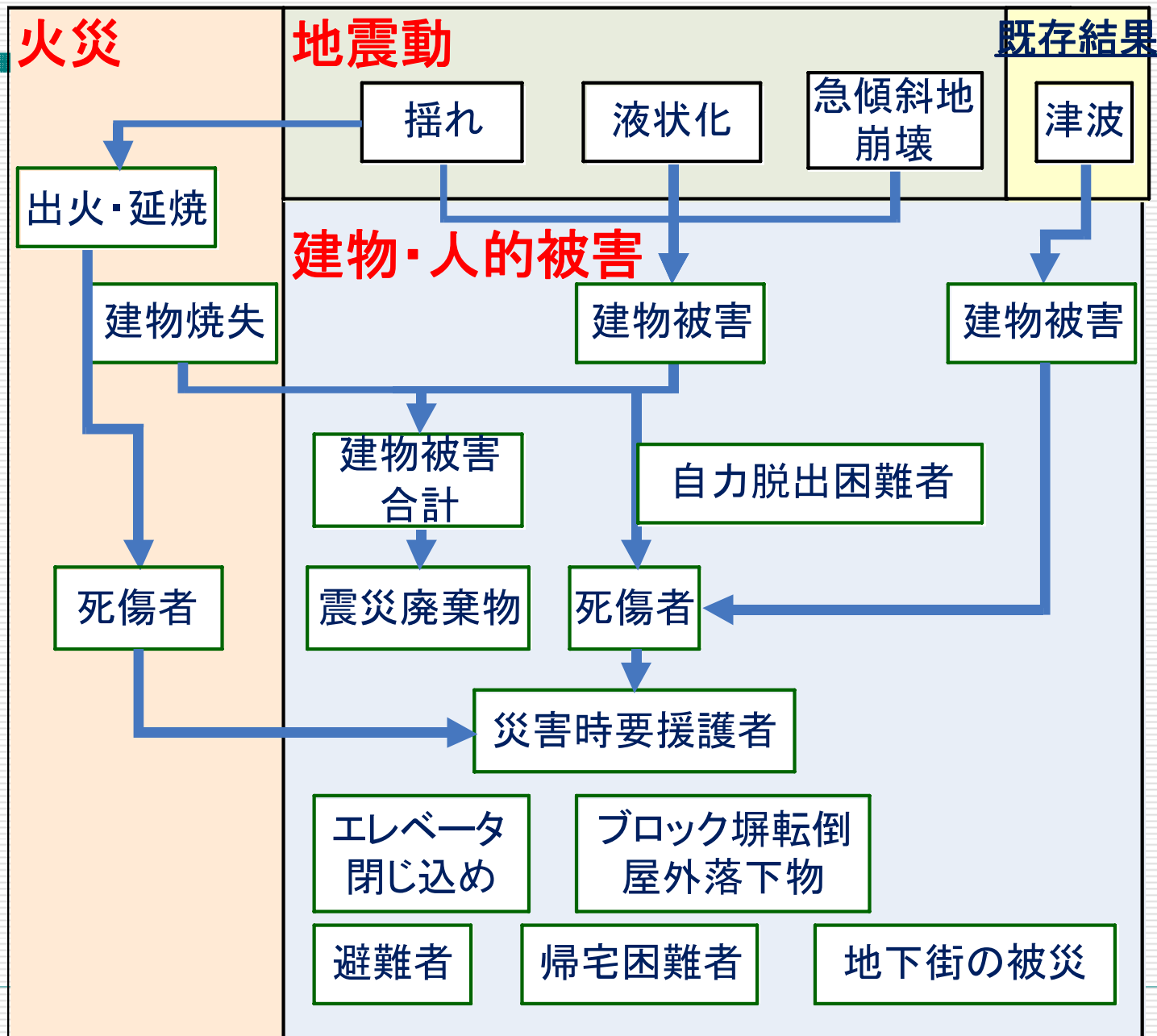
---

# 被害予測

## 建物被害および人的被害

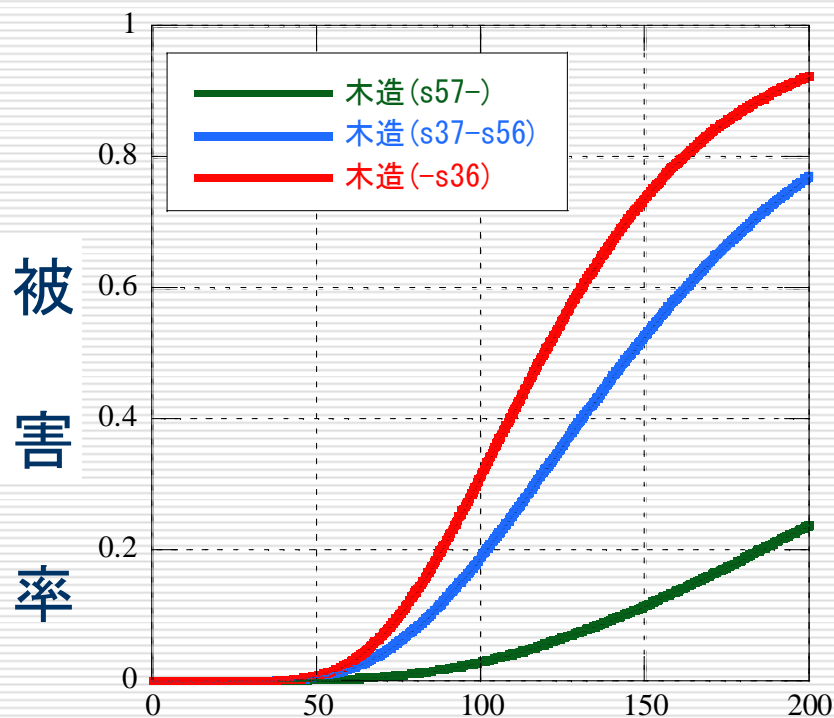


# 建物被害および人的被害の計算

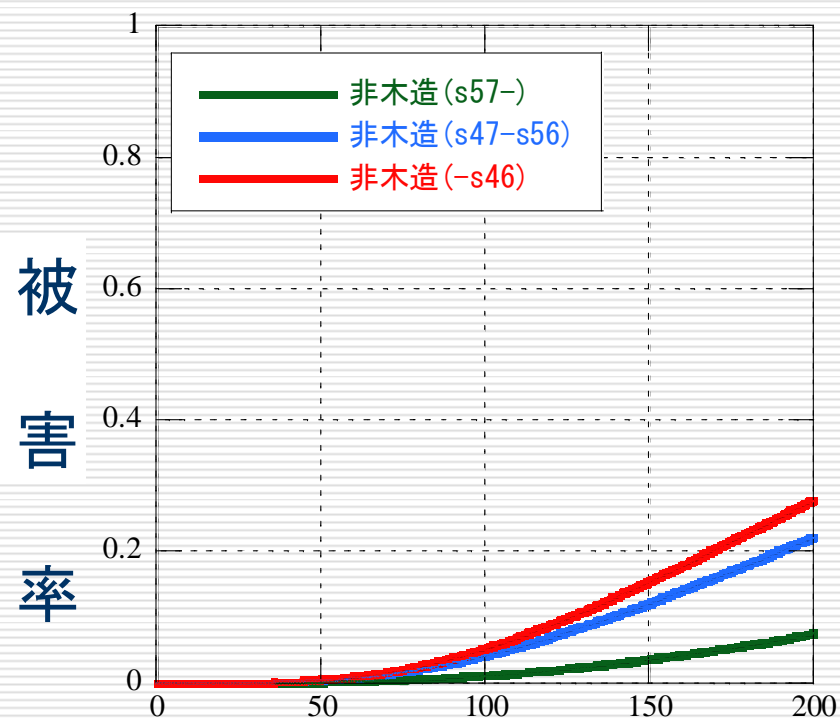


# 被害率曲線

□ 福和・宮腰(2003)による



地表の最大速度



地表の最大速度

# 揺れと液状化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

# 急傾斜地崩壊による建物被害戸数一覧

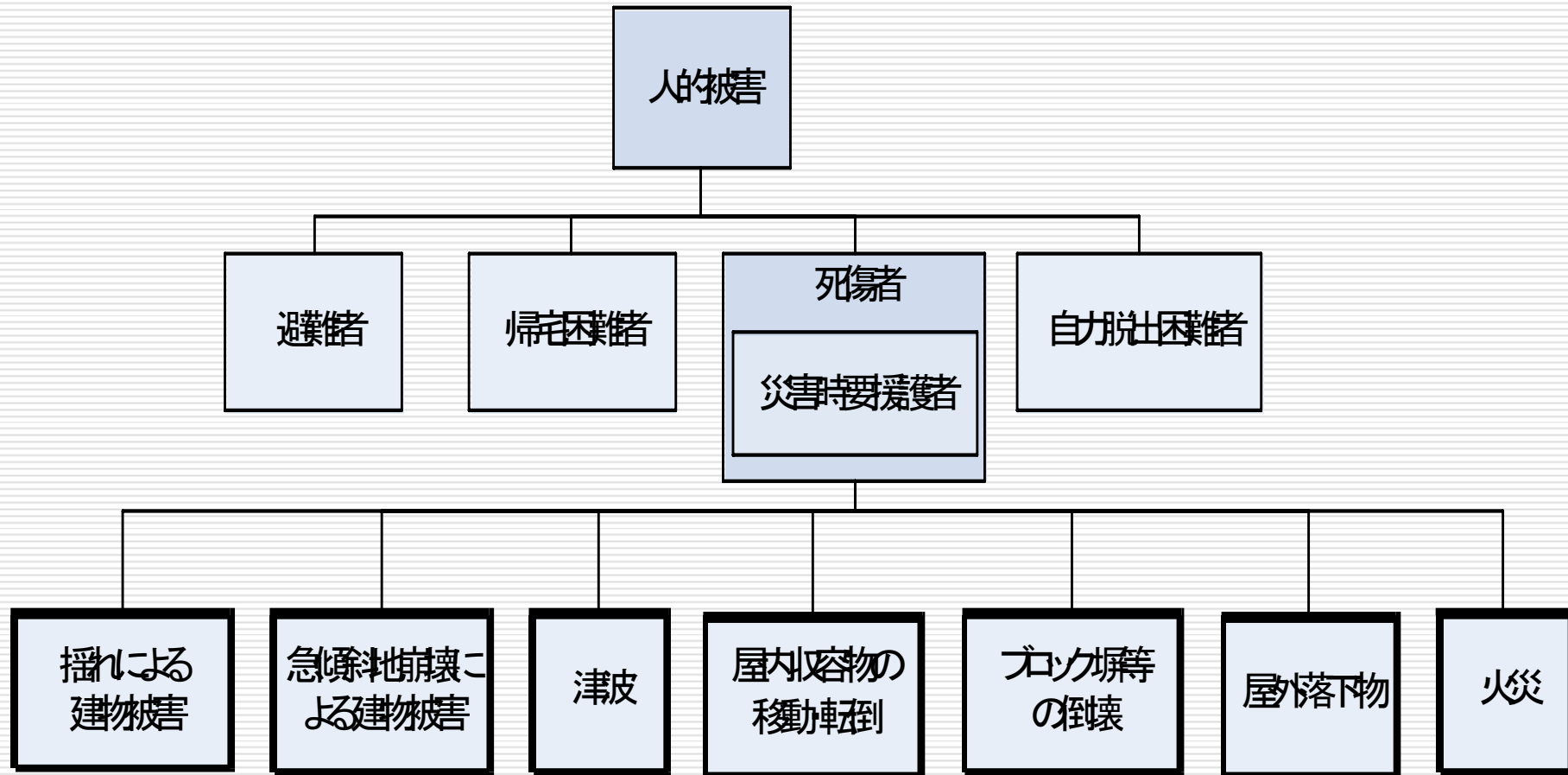
千葉県	崖下の 全棟数	全壊棟数	半壊棟数
河川環境課	15,995	661	1,542
林務課	9,712	206	480
合計	25,707	867	2,022



# 火災による焼失棟数(延焼時間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
		<b>9</b>			<b>273</b>	<b>26,778</b>	<b>1.326</b>	<b>24,410</b>
	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

# 人的被害に係る予測項目



# 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

# 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



# 屋内収容物の移動・転倒、ブロック塀の転倒

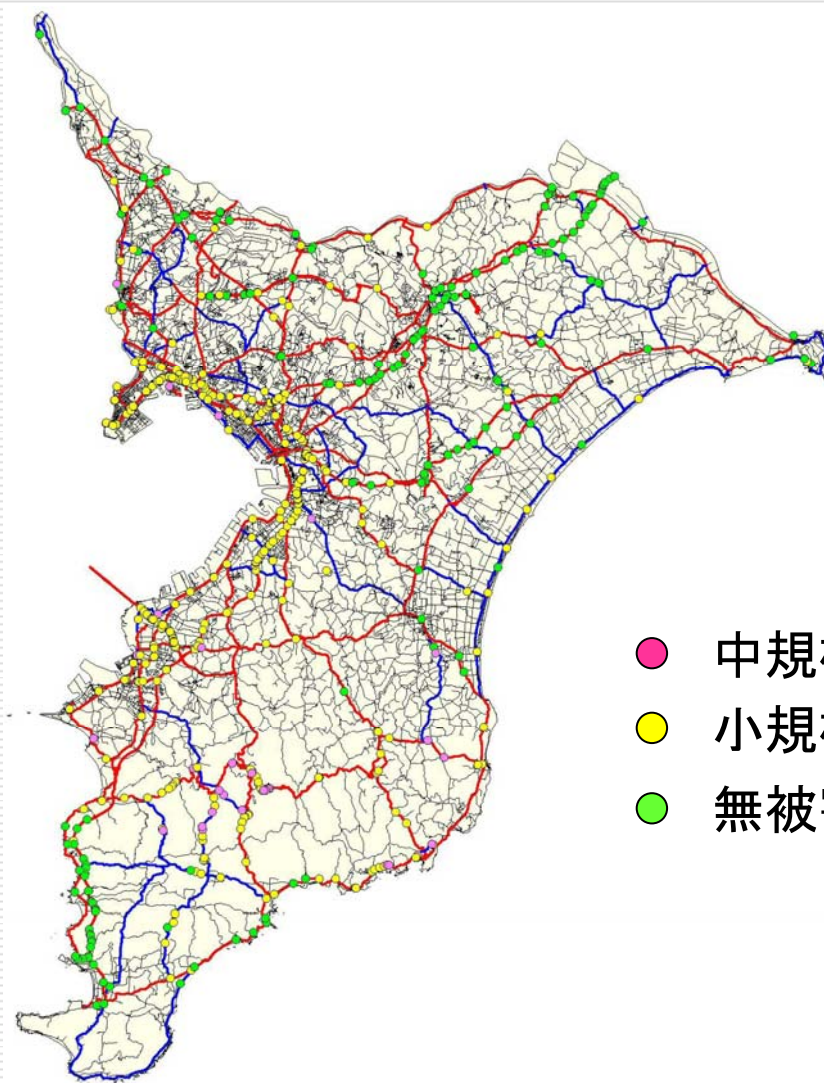
屋内収容物の移動・転倒 等による人的被害	5時		18時		12時	
	重傷者	負傷者	重傷者	負傷者	重傷者	負傷者
地震						
東京湾北部地震	402	1,488	318	1,176	353	1,307

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

---

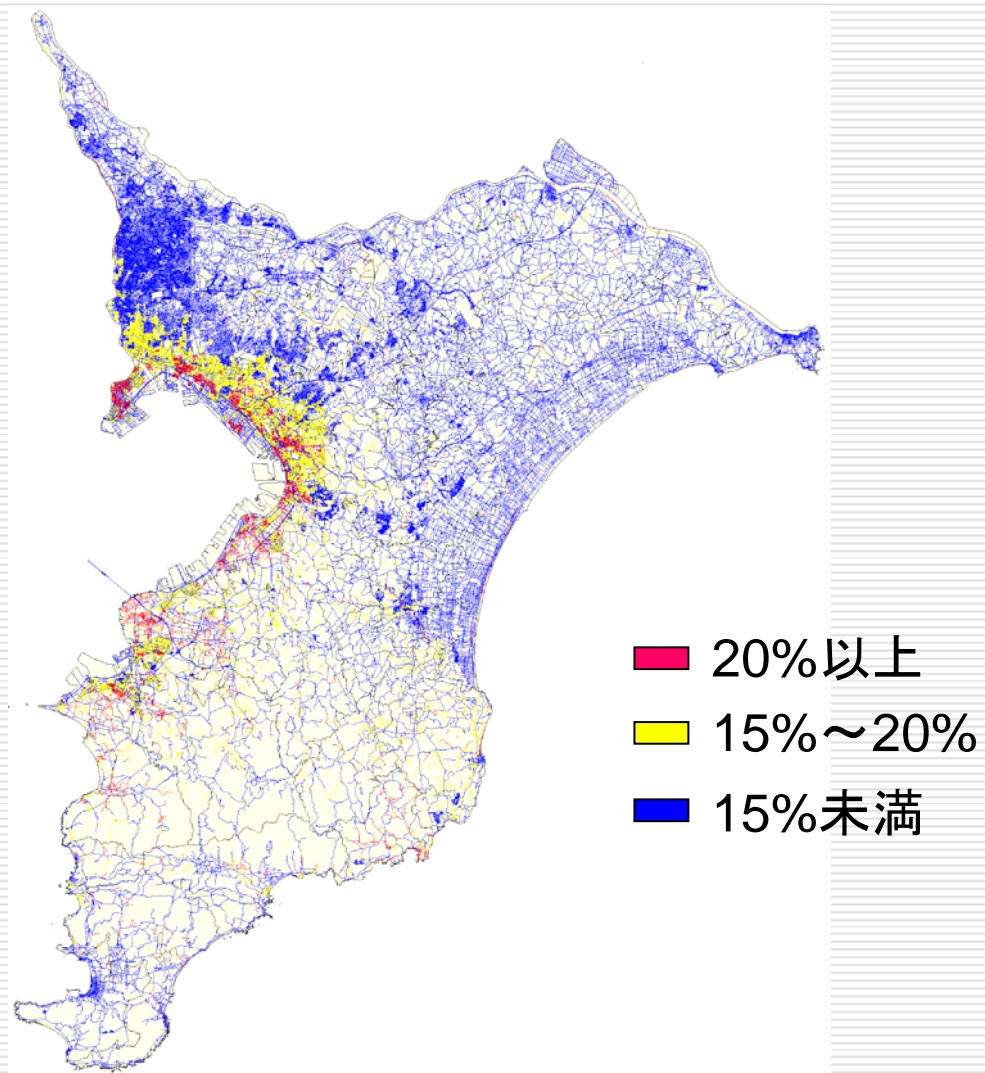
# 被害予測 ライフライン・交通・その他

# 橋梁の被害（東京湾北部地震）



- 中規模被害
- 小規模被害
- 無被害／軽微な被害

# 細街路の閉塞率（東京湾北部地震）



# 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	<b>203,999</b>	<b>4,345</b>	<b>8,000</b>	<b>12,345</b>	<b>1.18</b>
	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



# 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
<b>合計</b>	1,308,385	<b>374,533</b>			<b>285,228</b>	7,944	

LPガス消費世帯数	LPガス漏洩件数
959,597	<b>23,667</b>

# 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。