

第 1 回被害想定部会

地盤モデル作成および地震動予測結果 (説明用)

平成 2 7 年 3 月 2 4 日 (火)

応用地質株式会社

地盤モデルの作成

★地盤モデルの作成

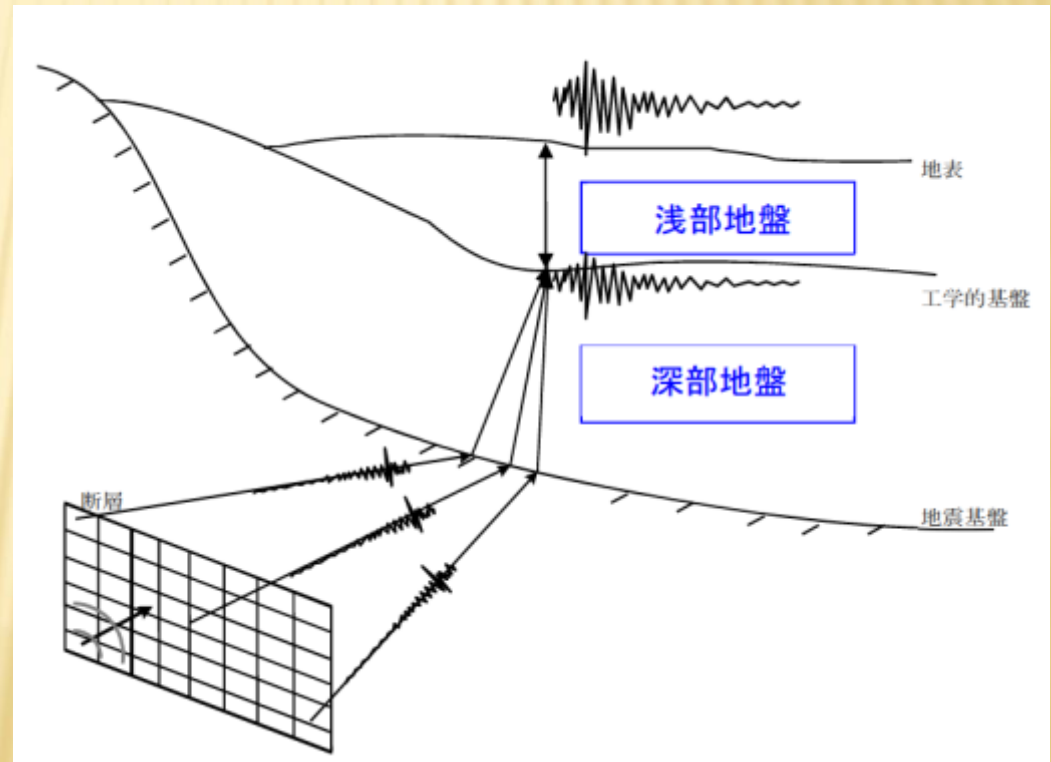
★震源断層の設定

→ 地震動予測

作成する地盤モデル

浅部地盤モデル

深部地盤モデル



深部地盤・浅部地盤の概念図

深部地盤モデルの作成

モデルの作成

初期モデル⇒既往データ・成果を活用⇒モデル構築

◎初期モデル：J-SHISモデル

(ver2：(独)防災科学技術研究所(2014))



★石田ほか(2013)の鳥取平野の地盤モデル

★微動アレイ探査の結果 (鳥取大学香川研究室)

<成果の利用>



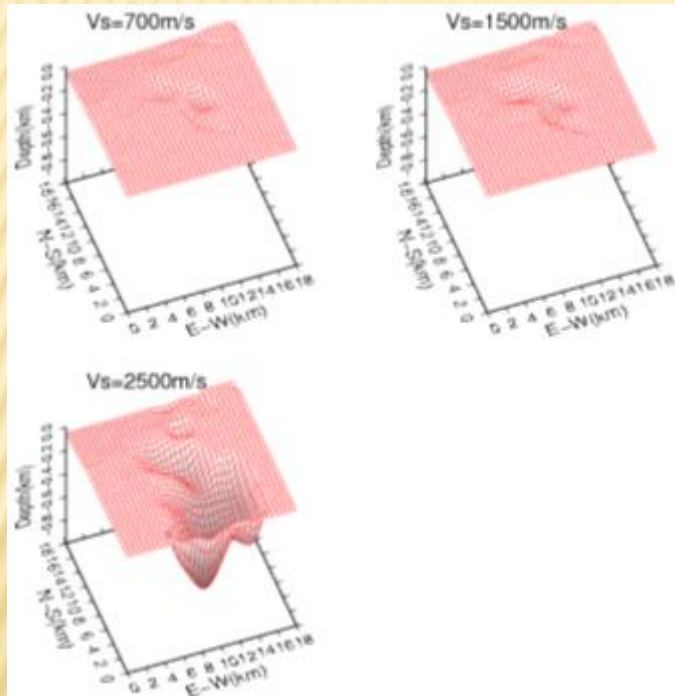
★常時微動データ (鳥取大学香川研究室)

<H/Vスペクトルを用いてモデルのチューニング>



◎本調査の地震動予測用の深部地盤モデル

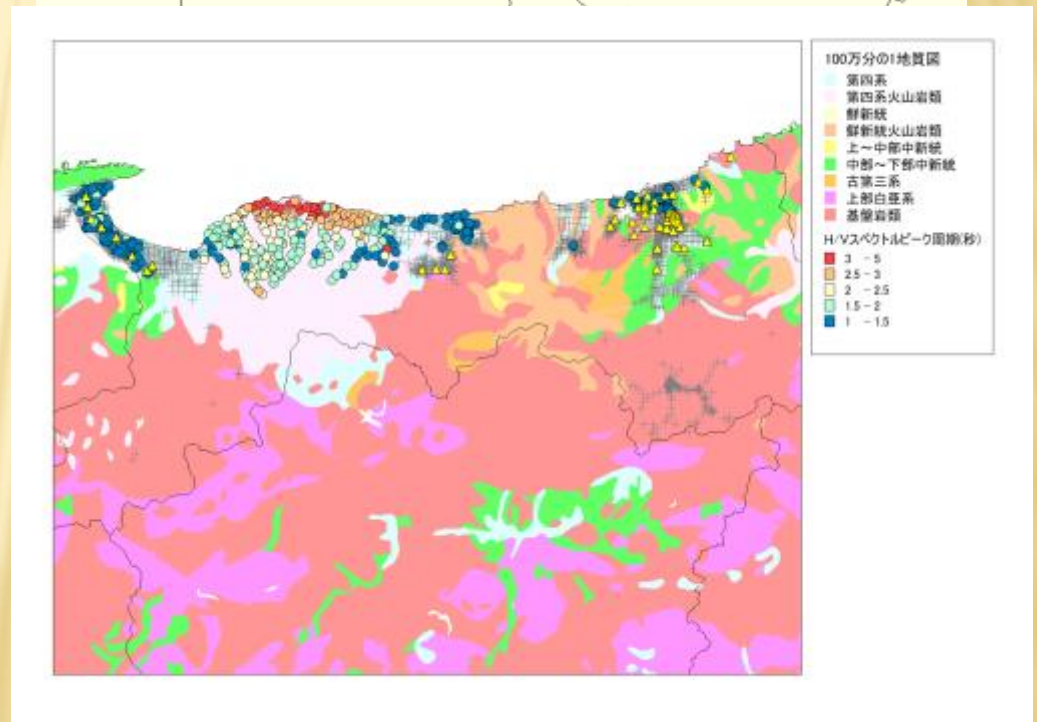
既往データ・成果



鳥取平野の深部地下構造モデル

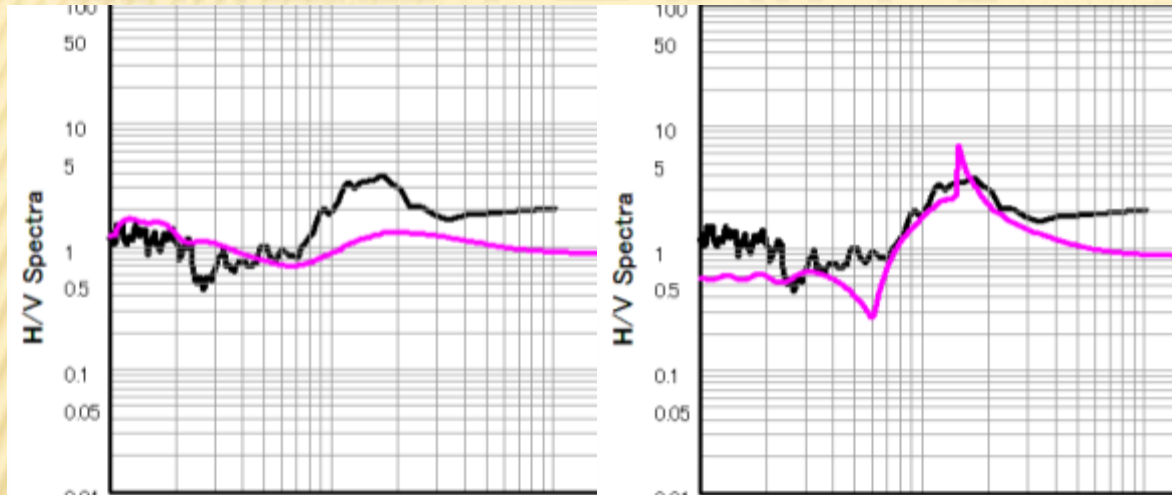


微動アレー探査の位置

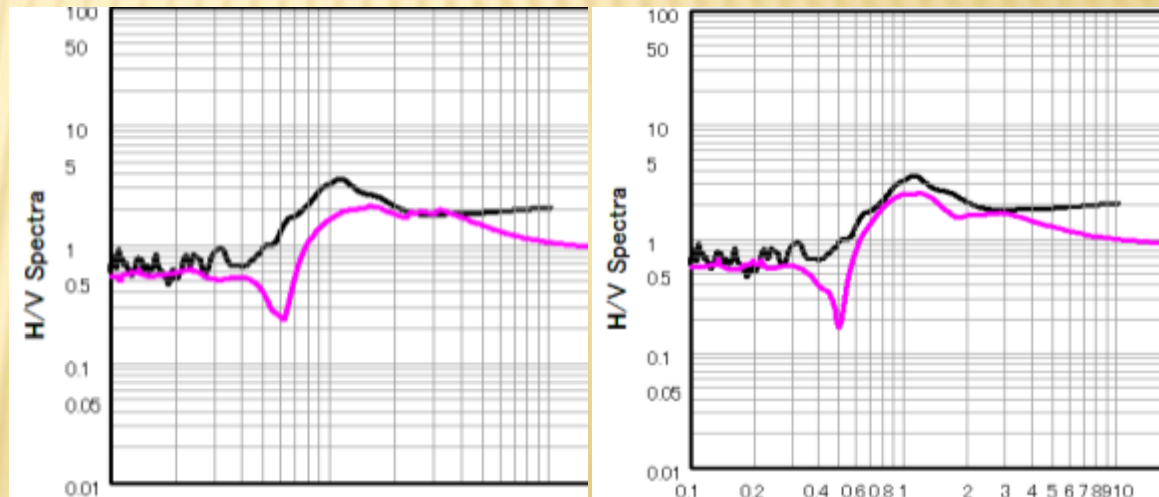


常時微動データによるH/Vスペクトルのピーク周期 4

深部地盤モデルのチューニング



<2011年大山A04地点>



<1999年境港14地点>

チューニング結果の例

左：初期モデル 右図：チューニング結果

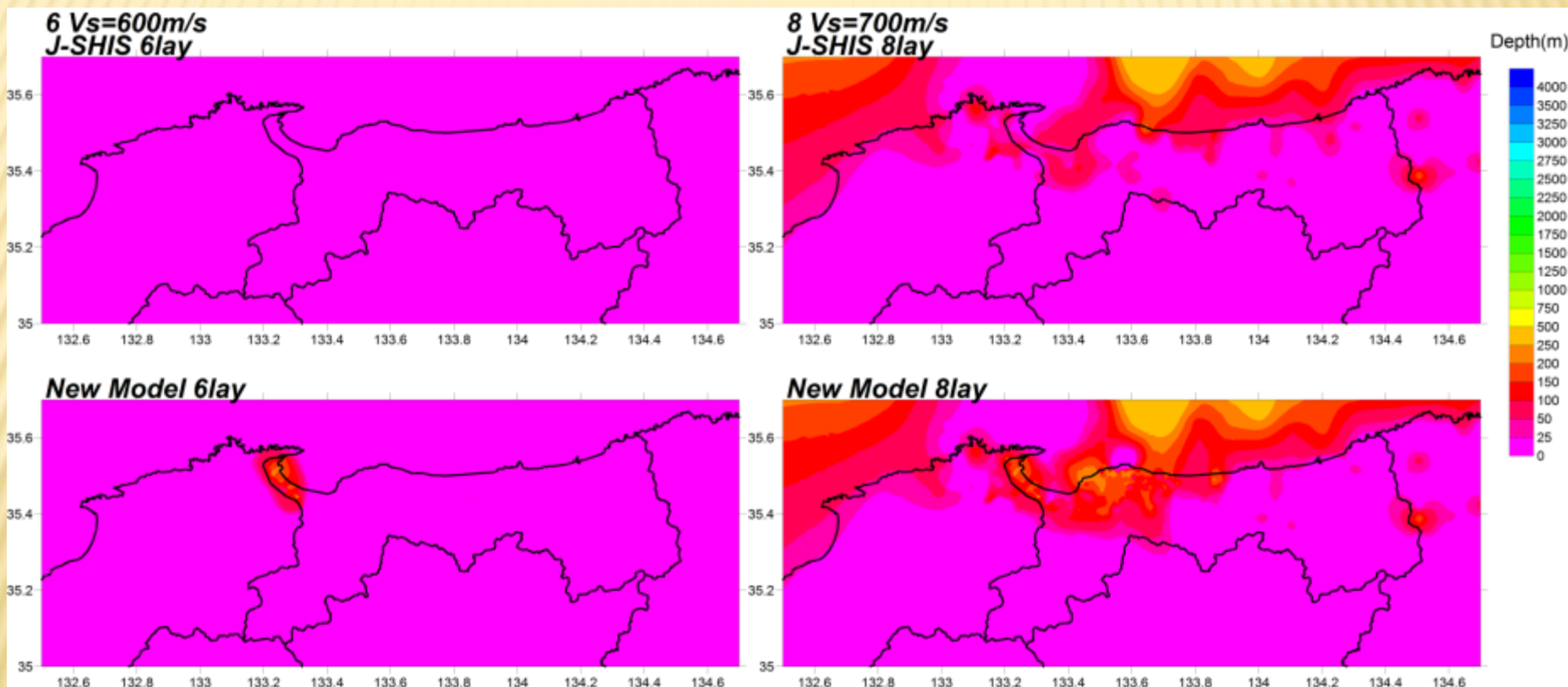
深部地盤モデル（物性値）

深部地盤モデルの物性値一覧表

No.	Vs	Vp	ρ	Qp	Qs	鳥取県	
1	0.35	1.60	1.85	119	70	×	
2	0.40	1.60	1.85	136	80	×	
3	0.45	1.70	1.90	153	90	×	
4	0.50	1.80	1.90	170	100		
5	0.55	1.80	1.90	187	110	×	
6	0.60	2.00	1.90	204	120		
7	0.65	2.00	1.95	221	130	×	
8	0.70	2.10	2.00	238	140		
9	0.75	2.10	2.00	255	150	×	
10	0.80	2.20	2.00	272	160	×	
11	0.85	2.30	2.05	289	170	×	
12	0.90	2.40	2.05	306	180	×	
13	0.95	2.40	2.10	323	190	×	
14	1.00	2.50	2.10	340	200		
15	1.10	2.50	2.15	374	220		
16	1.20	2.60	2.15	408	240	×	
17	1.30	2.70	2.20	442	260	×	
18	1.40	3.00	2.25	476	280		
19	1.50	3.20	2.25	510	300		
20	1.60	3.40	2.30	544	320		
21	1.70	3.50	2.30	578	340		
22	1.80	3.60	2.35	612	360	×	
23	1.90	3.70	2.35	646	380		
24	2.00	3.80	2.40	680	400		
25	2.10	4.00	2.40	680	400		
26	2.50	4.07	2.40	680	400		J-Shisの層を鳥取平野の基盤の速度に修正
27	2.70	5.00	2.50	680	400		
28	2.90	4.60	2.55	680	400		
29	2.70	5.00	2.50	680	400	×	
30	3.10	5.50	2.60	680	400		
31	3.20	5.50	2.65	680	400		
32	3.30	5.70	2.70	680	400		
33	3.40	6.00	2.75	680	400	×	

×：鳥取県内で層厚1 m未満の層

深部地盤モデル (1)

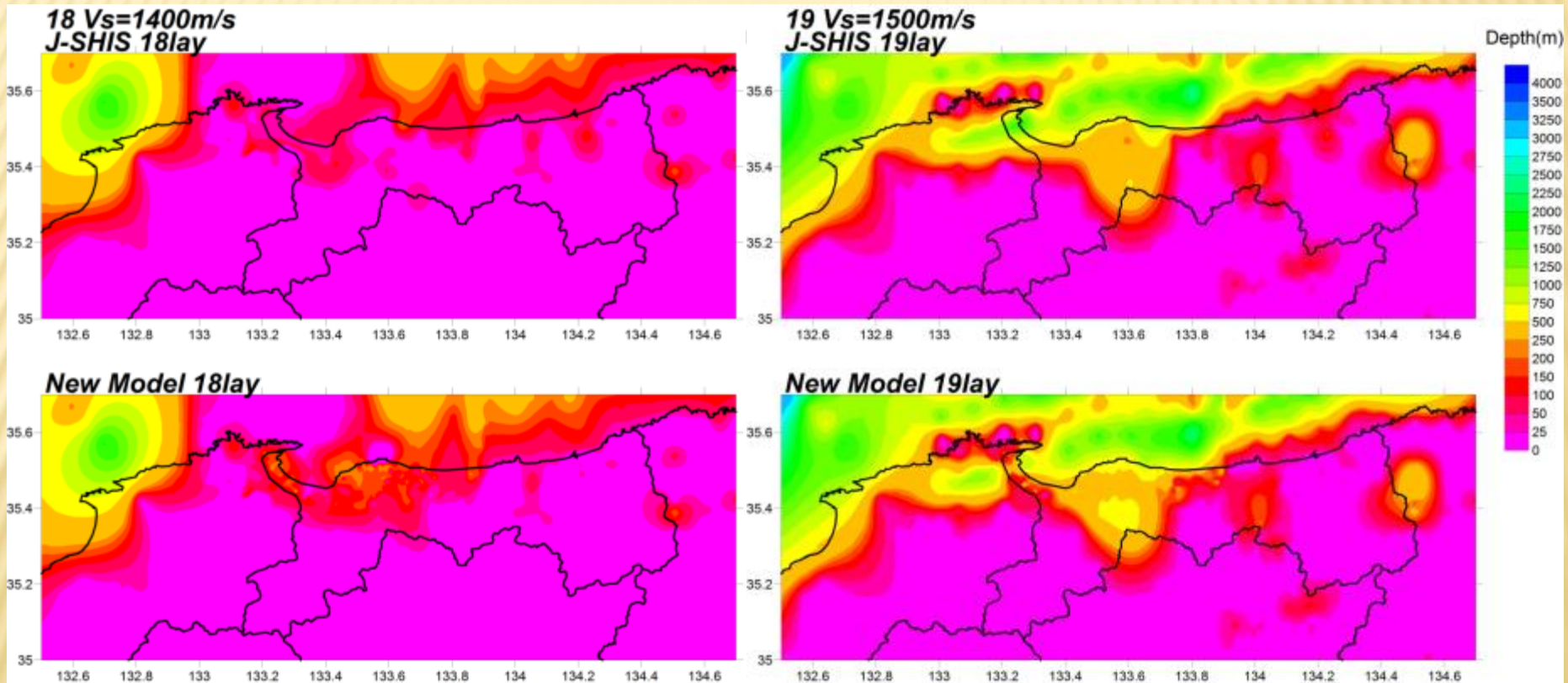


<第6層S波速度0.6km/s>

<第8層S波速度0.7km/s>

作成した深部地盤モデル (速度層上面深度)
上：J-SHISモデル 下：チューニング結果

深部地盤モデル (2)

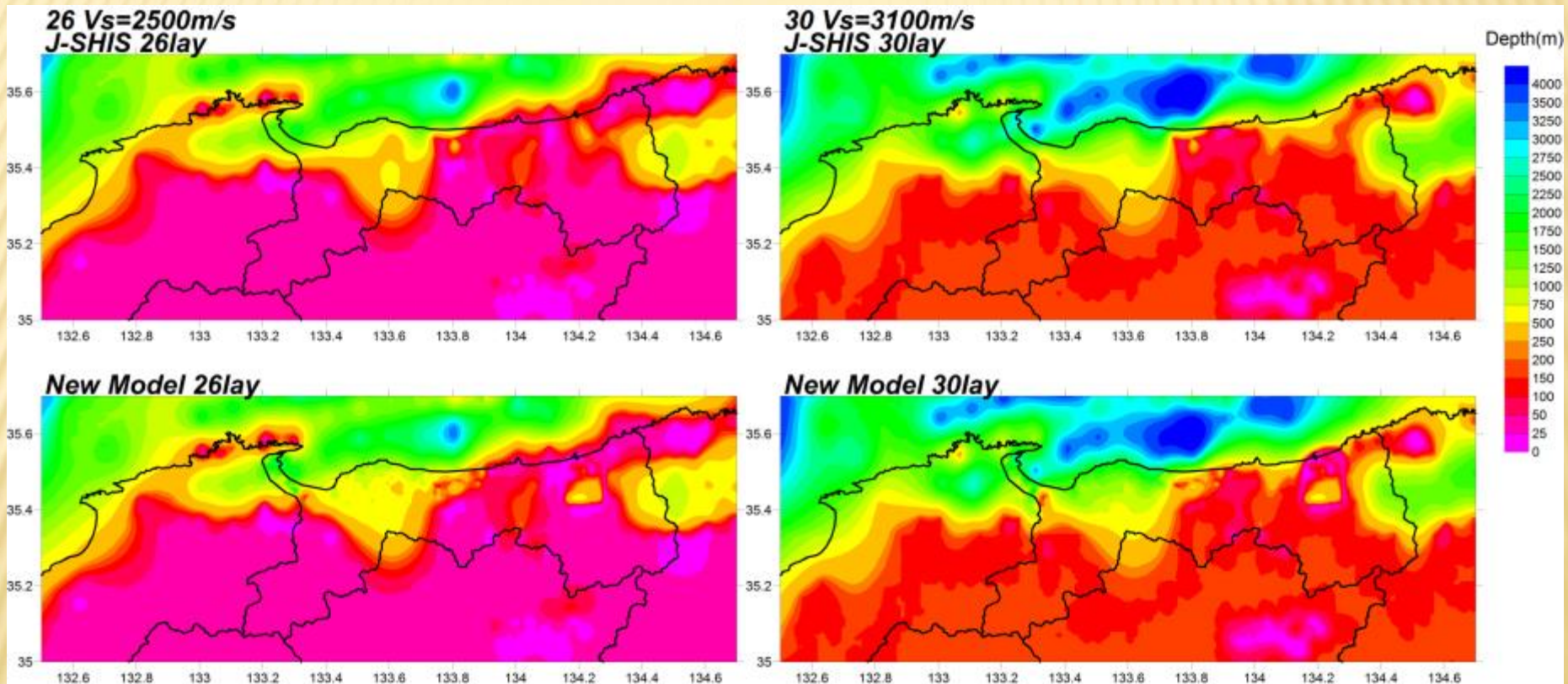


<第18層S波速度1.4km/s>

<第19層S波速度1.5km/s>

作成した深部地盤モデル (速度層上面深度)
上：J-SHISモデル 下：チューニング結果

深部地盤モデル (3)

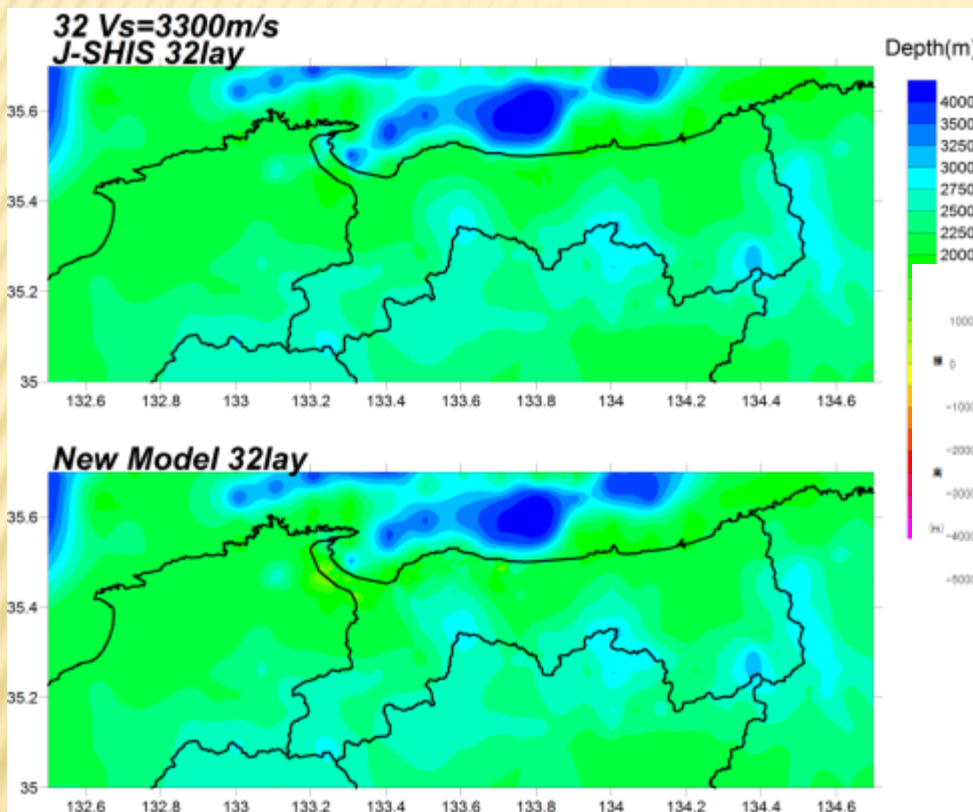


<第26層S波速度2.5km/s>

<第30層S波速度3.1km/s>

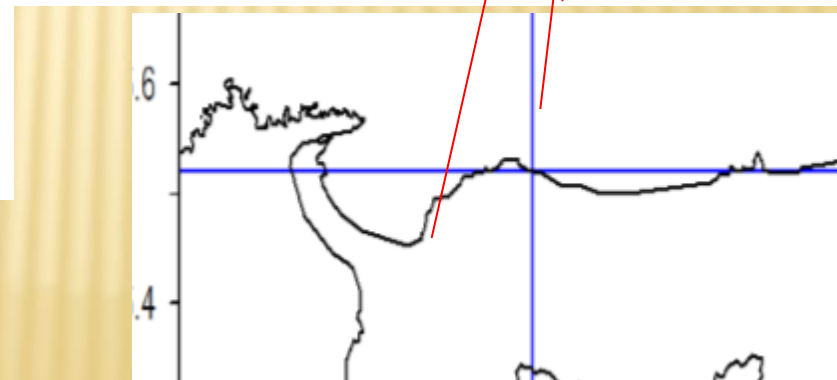
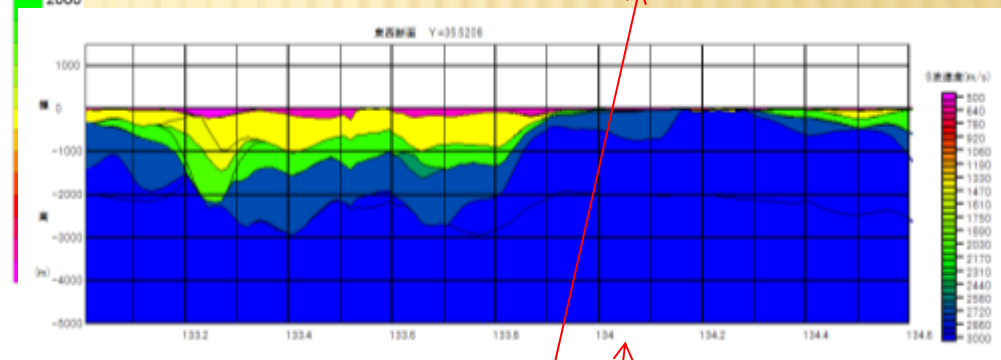
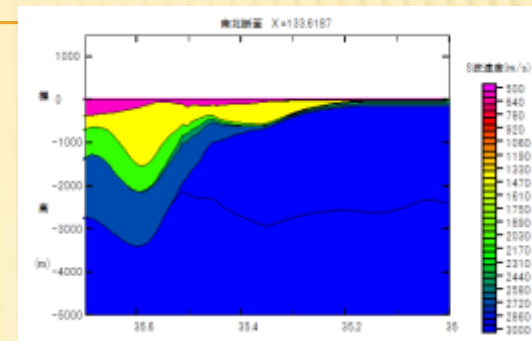
作成した深部地盤モデル (速度層上面深度)
上：J-SHISモデル 下：チューニング結果

深部地盤モデル (4)



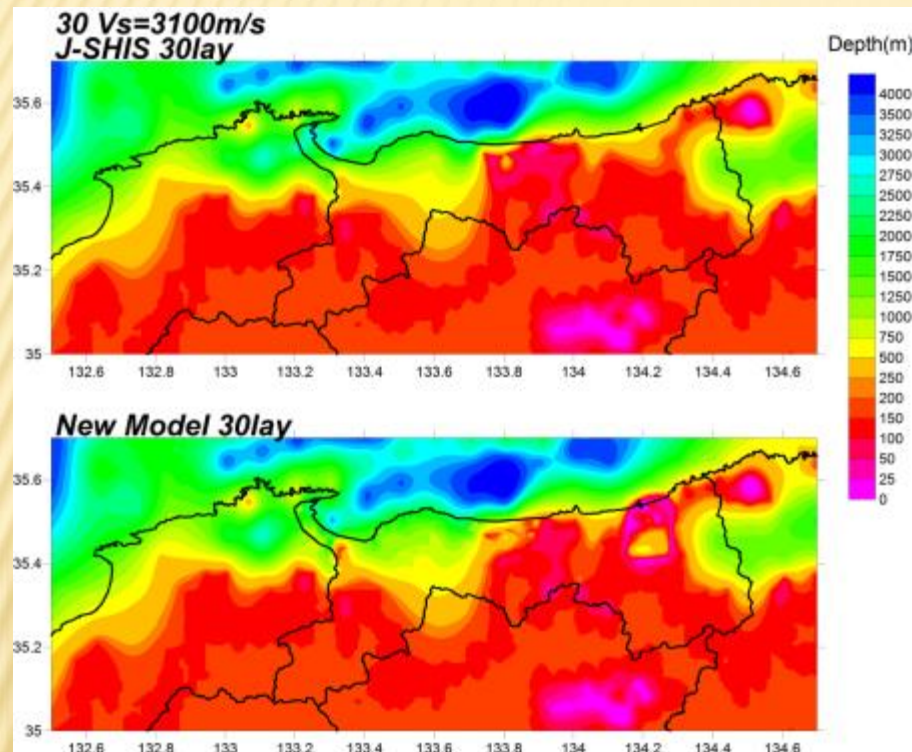
<第32層S波速度3.3km/s>

作成した深部地盤モデル (速度層上面深度)
 上: J-SHISモデル 下: チューニング結果

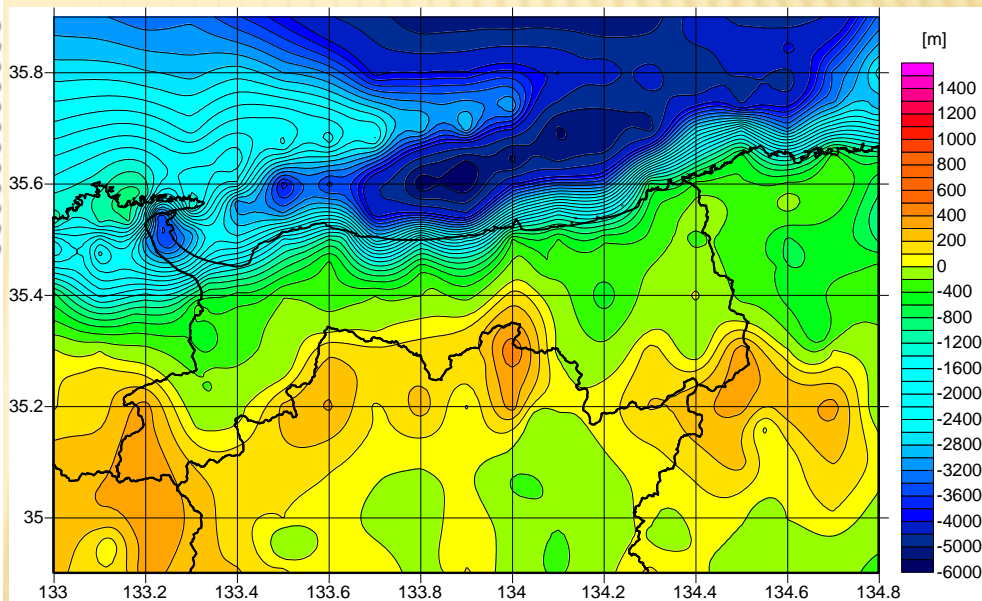


深部地盤モデル断面例

深部地盤モデル (5)



＜今回モデル：第30層S波速度3.1km/s＞
（速度層上面の深度）



＜前回モデル：S波速度3.0km/s層＞
（速度層上面の標高）

作成した深部地盤モデル
（今回作成モデルと前回(2005)モデル）

浅部地盤モデルの作成

モデルの作成

県内のボーリングデータ

⇒微地形データ・地盤図等のデータを活用⇒モデル構築

◎ボーリングデータ、微地形区分データ（若松ら(2013)）

↓
・低地部と台地部に分けて検討

↓
★低地部は藤原(2007)の方法により250m毎に速度構造を作成

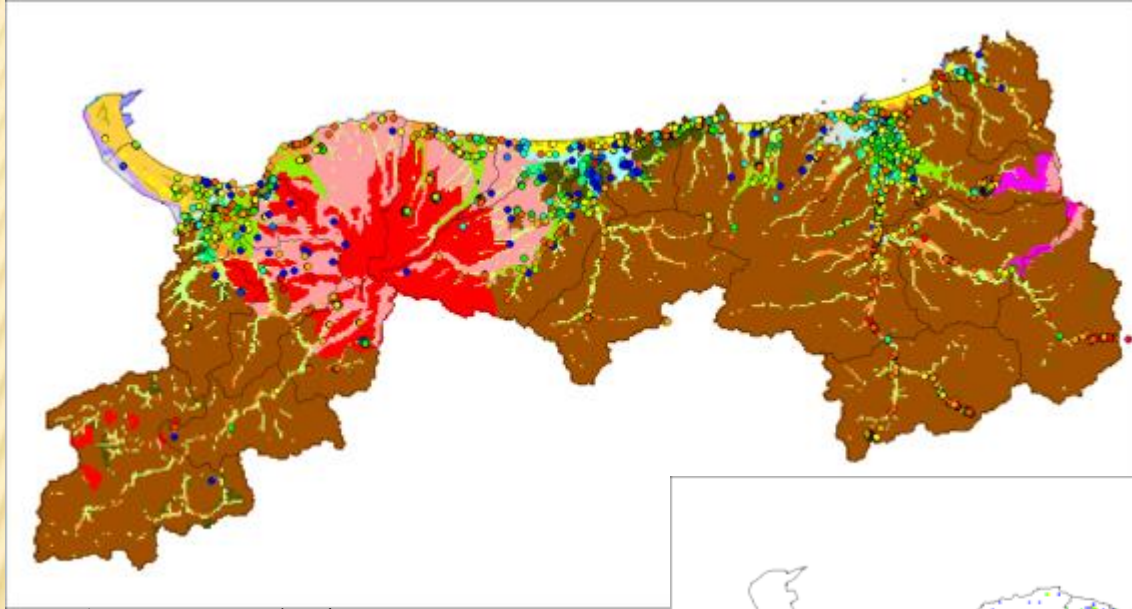
★台地部は地形毎に速度構造を設定

・深部地盤モデル上位層と接合も考慮

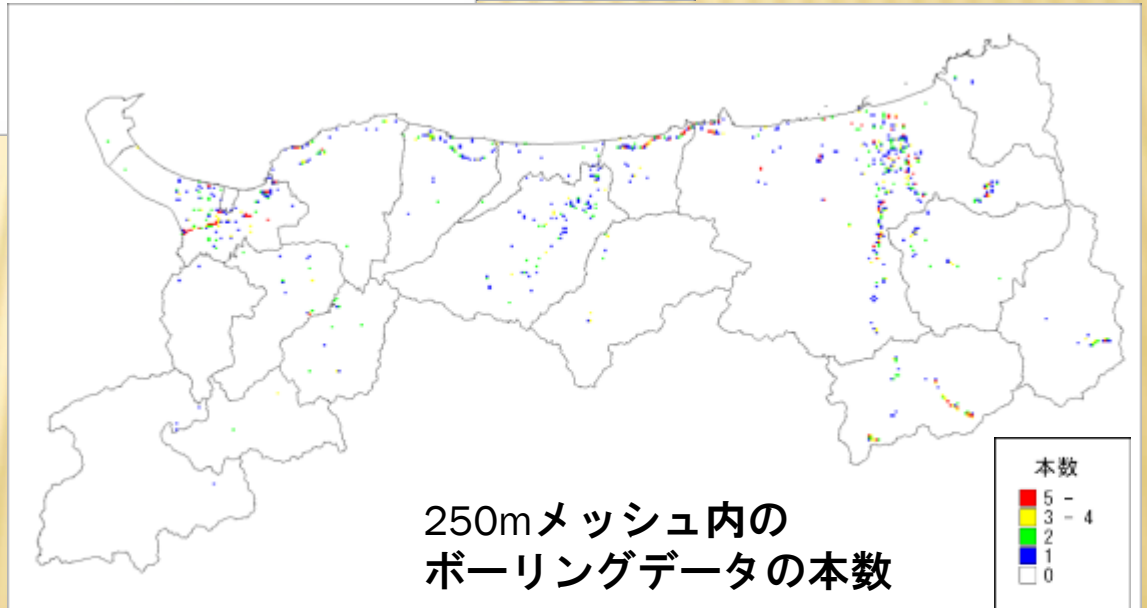
↓
★物性値の設定

↓
◎本調査の地震動予測用の浅部地盤モデル

ボーリングデータ



ボーリングデータの分布
(掘進深度で色分け)



250mメッシュ内の
ボーリングデータの本数

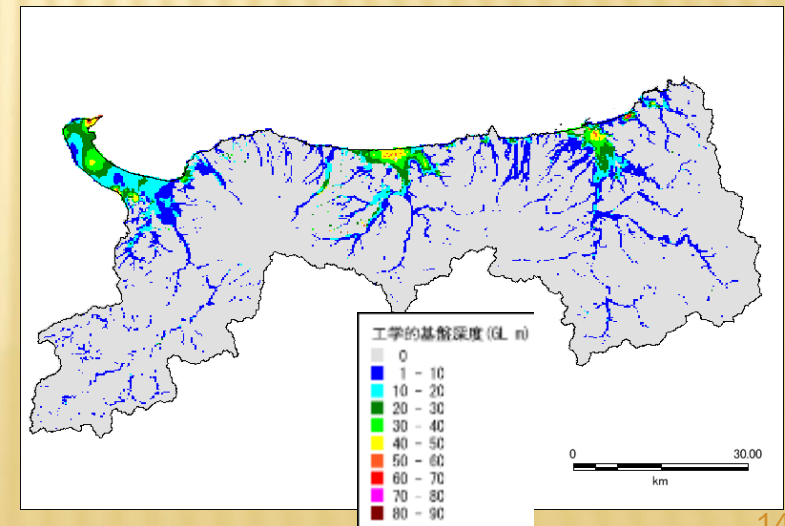
ボーリングデータの状況 (3,208本)

浅部地盤モデルの作成（低地部）



浅部地盤モデル作成のフロー（藤原(2007)）

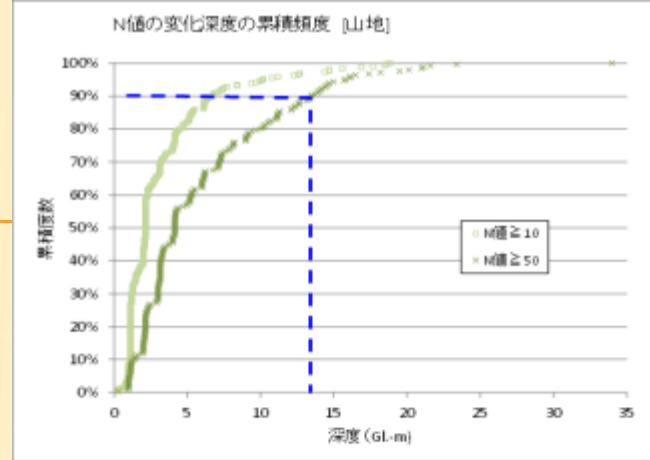
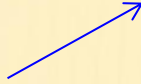
ボーリングデータから作成した
工学的基盤深さの分布



浅部地盤モデルの作成 (台地部)

山地での深度

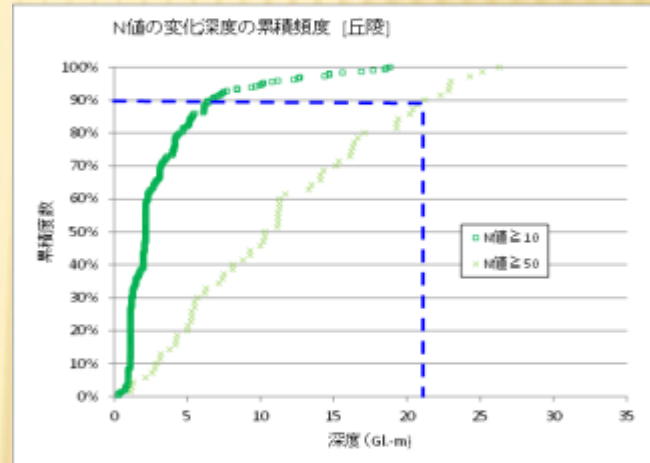
N値 ≥ 10 : 7m以深
N値 ≥ 50 : 13m以深



累積頻度90%の
深さに着目

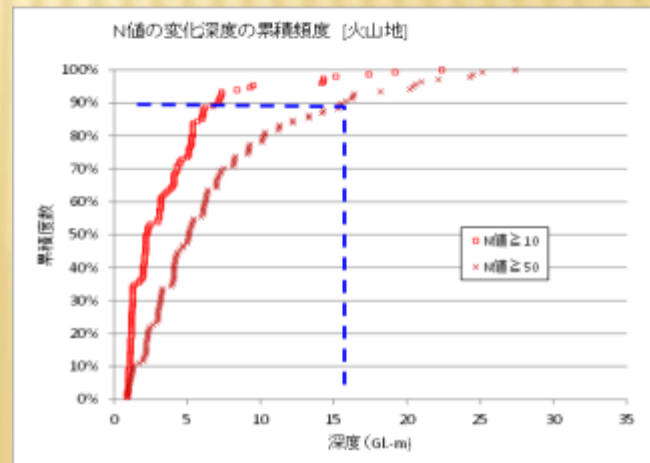
丘陵での深度

N値 ≥ 10 : 7m以深
N値 ≥ 50 : 21m以深



火山地での深度

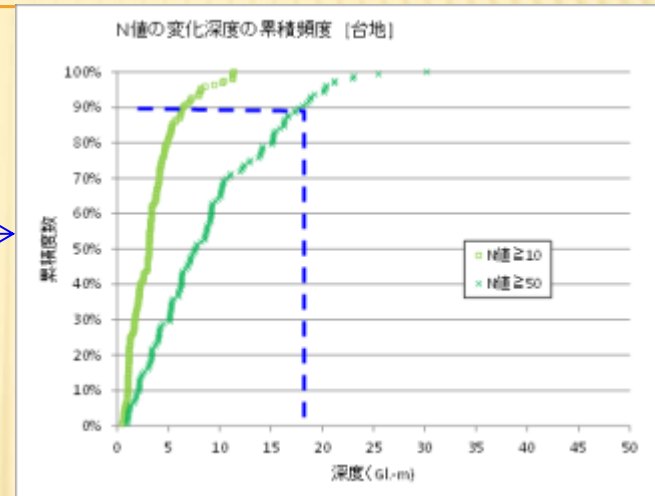
N値 ≥ 10 : 7m以深
N値 ≥ 50 : 16m以深



地形別のN値 ≥ 10 、N値 ≥ 50
となる深度の累積頻度

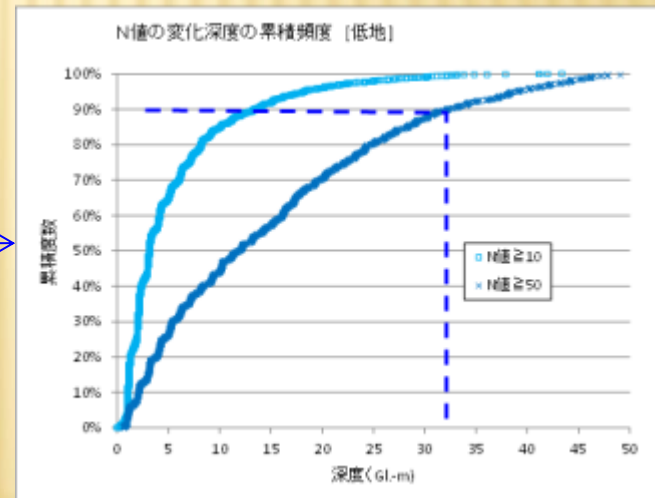
浅部地盤モデルの作成 (台地部)

台地での深度
 N値 ≥ 10 : 7m以深
 N値 ≥ 50 : 18m以深



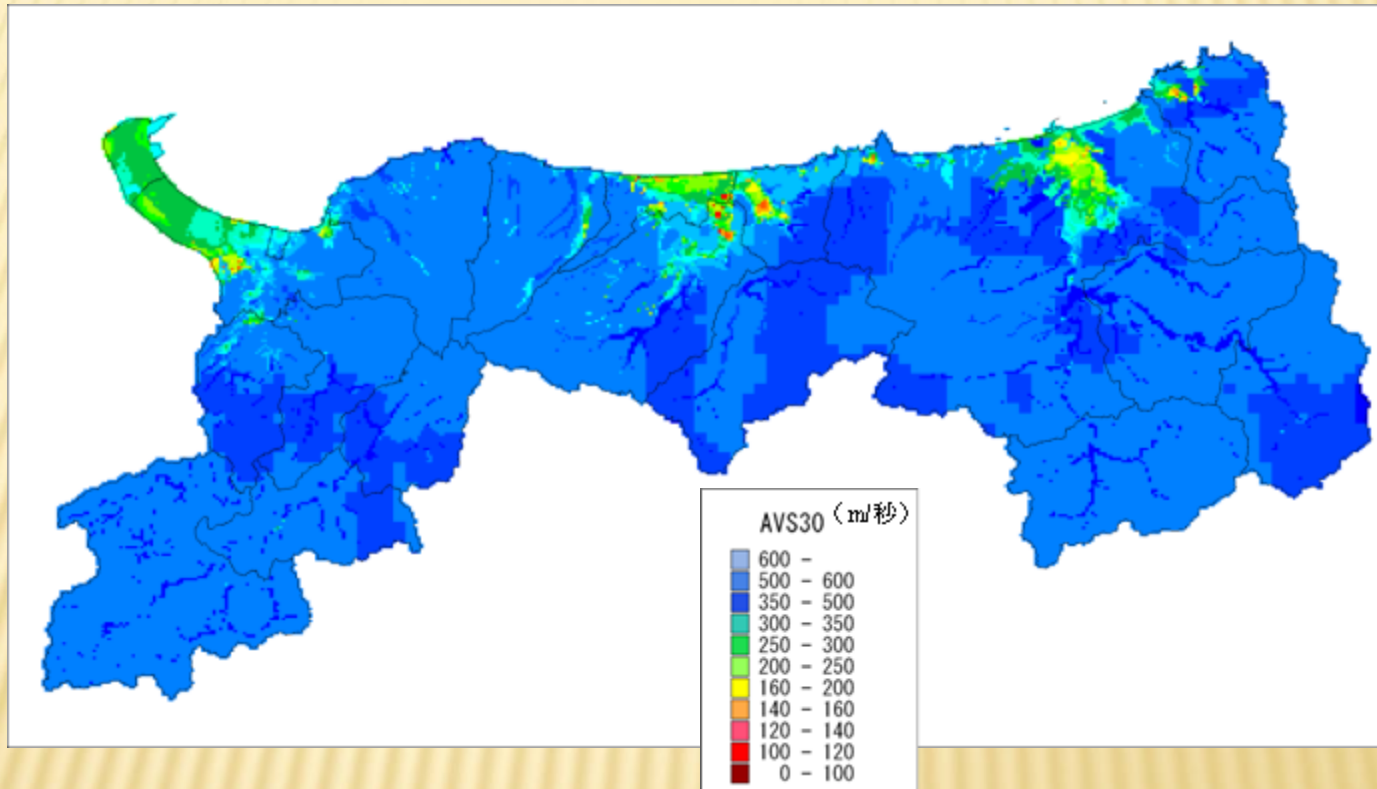
累積頻度90%の
深さに着目

低地での深度
 N値 ≥ 10 : 13m以深
 N値 ≥ 50 : 32m以深



地形別のN値 ≥ 10 、N値 ≥ 50
となる深度の累積頻度

浅部地盤モデル



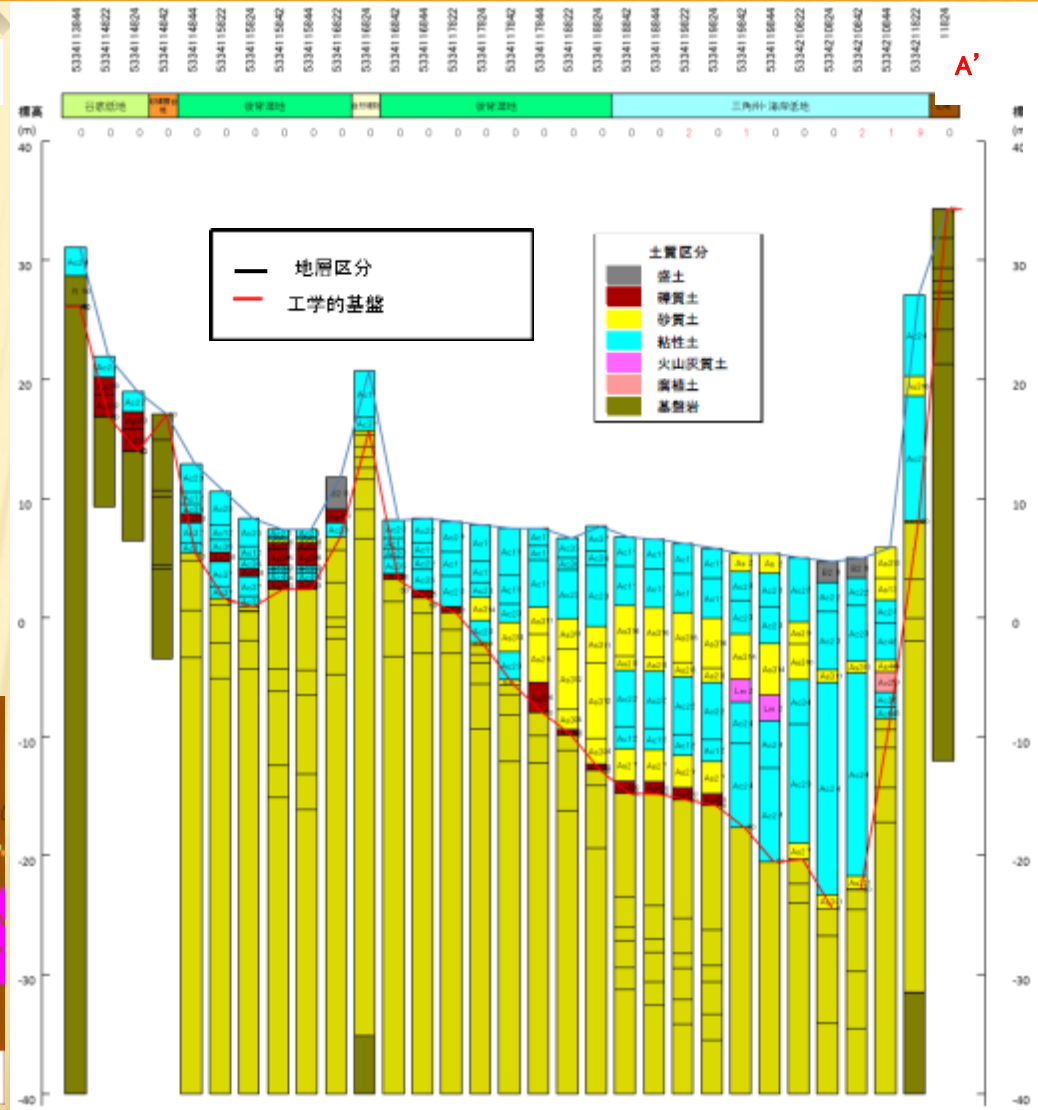
作成した浅部地盤モデルによるAVS30*の分布

*AVS30：表層30mの平均S波速度

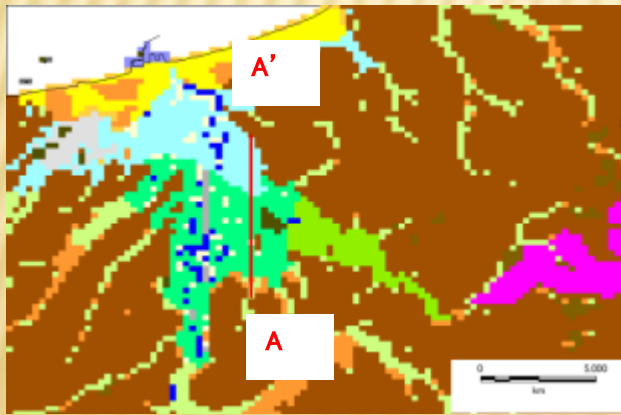
浅部地盤モデル

A

A'



←メッシュ
内ボーリング
本数

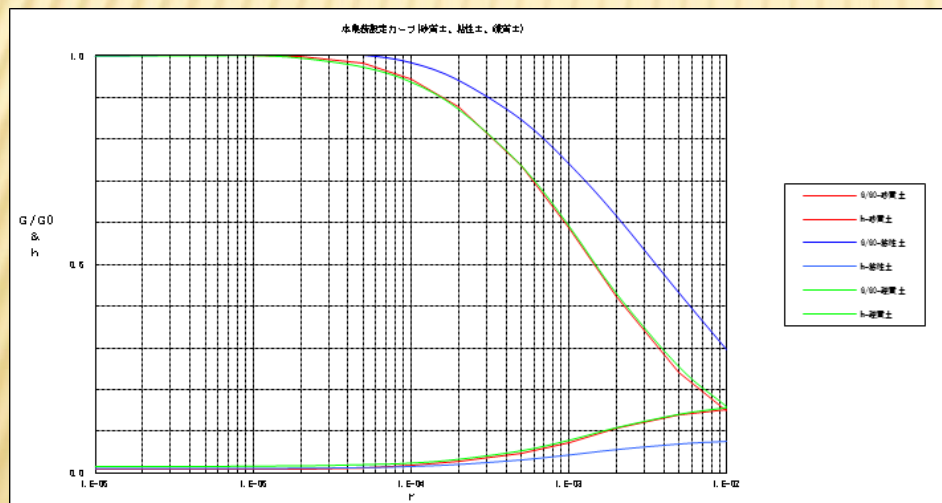


浅部地盤モデルの断面例

浅部地盤モデル（物性値）

物性値の設定：前回の想定と同一手法による

- ・ $V_s \sim N$ 値の関係：中央防災会議による、土質の種類別のS波速度とN値の関係式による
- ・ 動的変形曲線：中央防災会議による
- ・ 土質区分：前回想定区分を踏襲



赤線：砂質土、青線：粘性土、緑線：礫質土

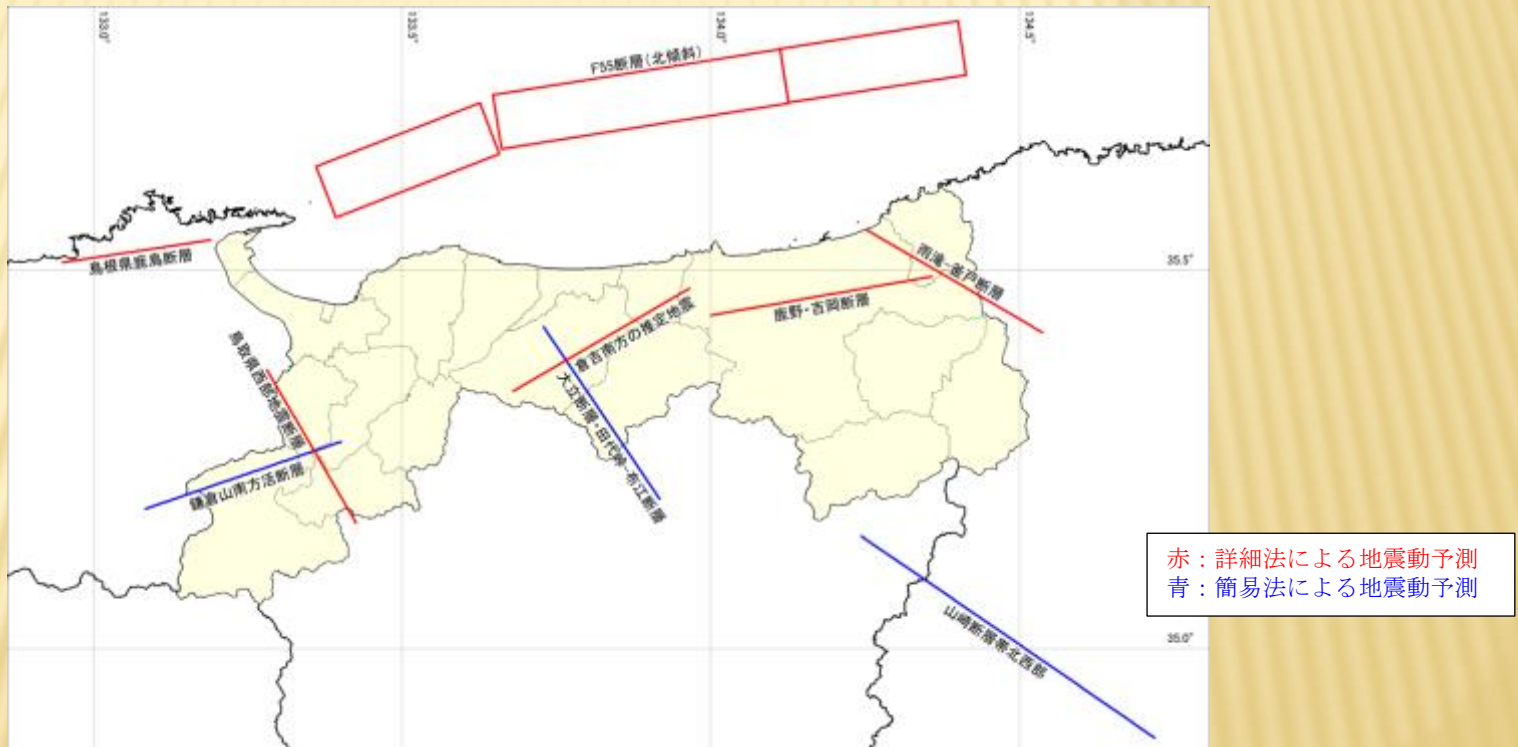
地質名	記号	N値	単位体積重量 (kgf/cm^2)	G/G_0 -h 曲線
埋土	B1	0~4	1.6	砂質
	B2	4~10	1.7	砂質
	B3	10~	2	砂質
腐植土	p1	0~1	1.2	粘性
	p2	1~	1.3	粘性
粘性土	c1	0~2	1.4	粘性
	c2	2~4	1.5	粘性
	c3	4~8	1.6	粘性
	c4	8~15	1.7	粘性
	c5	15~30	1.8	粘性
	c6	30~	1.8	粘性
砂質土	s1	0~4	1.7	砂質
	s2	4~10	1.8	砂質
	s3	10~30	1.9	砂質
	s4	30~50	1.9	砂質
	s5	50~	1.9	砂質
礫質土	g1	~20	1.9	礫質
	g2	20~30	2	礫質
	g3	30~50	2	礫質
	g4	50~	2.1	礫質

動的変形曲線と土質区分

地震動予測

想定地震と断層パラメータの設定

設定は前回委員会の方針による（資料6 P1~2参照）

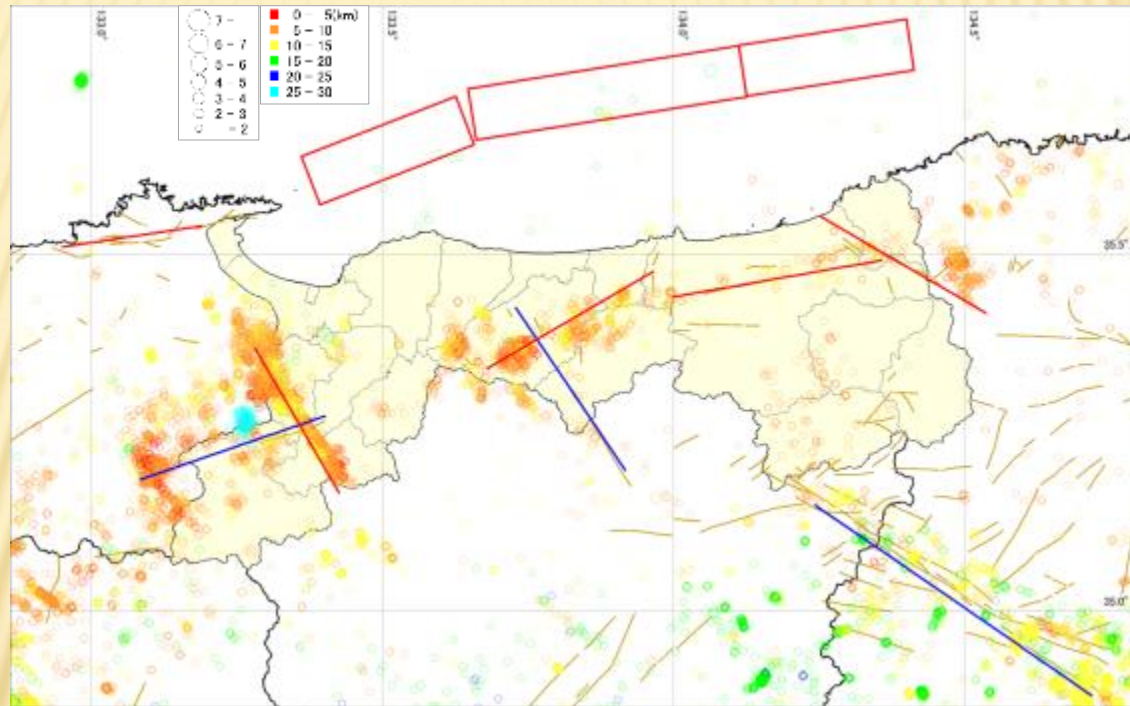


想定地震の断層位置図

地震動予測は、上図の断層の他、簡易法により、「地表断層が不明な地震」
「南海トラフ巨大地震」を実施

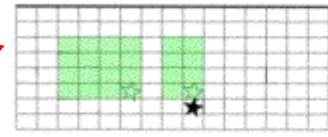
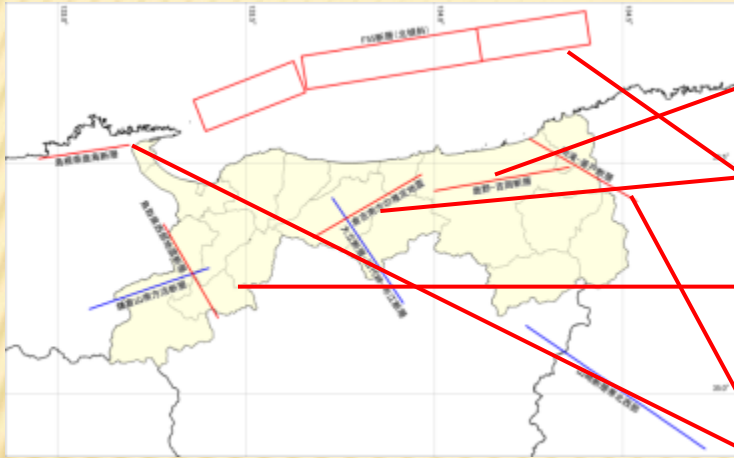
活断層と微小地震

鳥取県及び周辺域の活断層と微小地震の発生状況

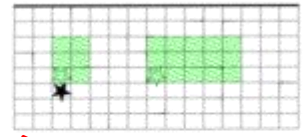


活断層および微小地震（深さ30km以浅：期間2003～2014年）

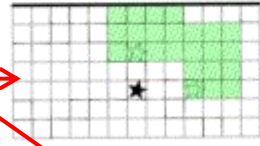
想定地震の強震動生成域



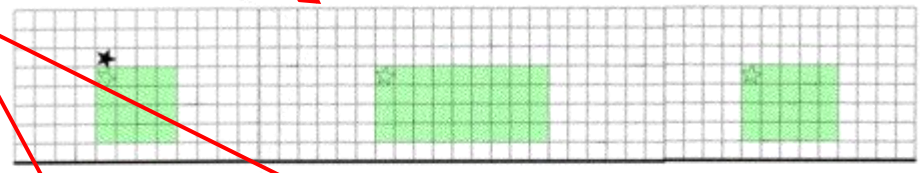
鹿野・古岡断層



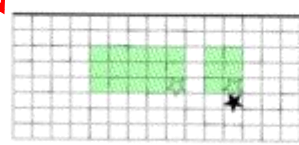
倉吉南方の推定断層



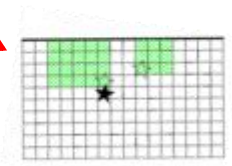
鳥取県西部地震断層



F55断層 (北傾斜)



雨滝釜戸断層



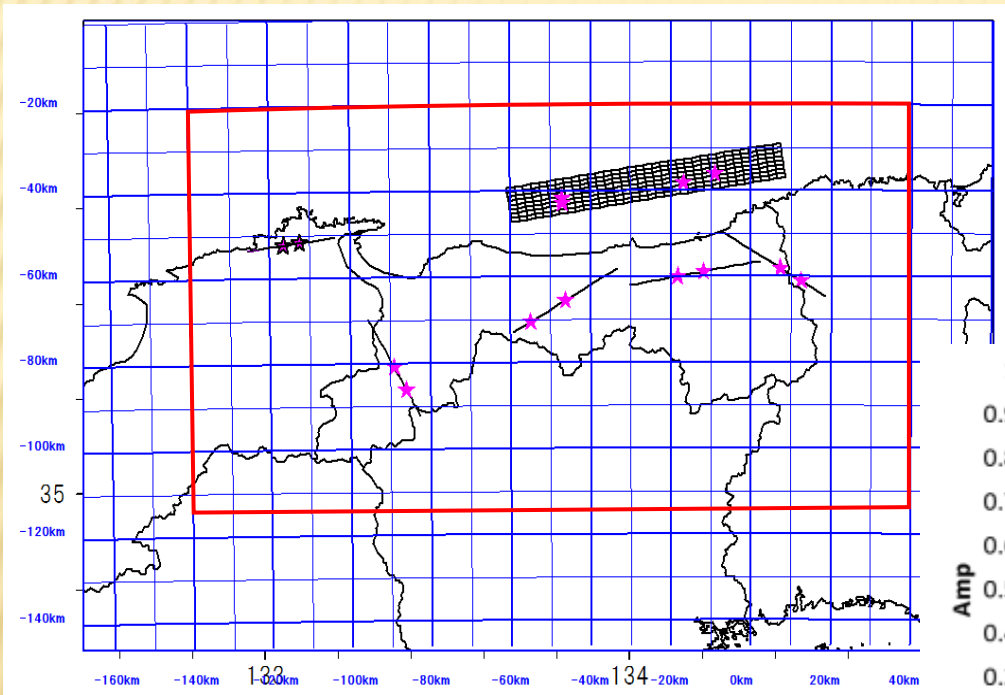
島根県鹿島断層

強震動生成域の位置図

パラメータの詳細は資料6 P4~7参照

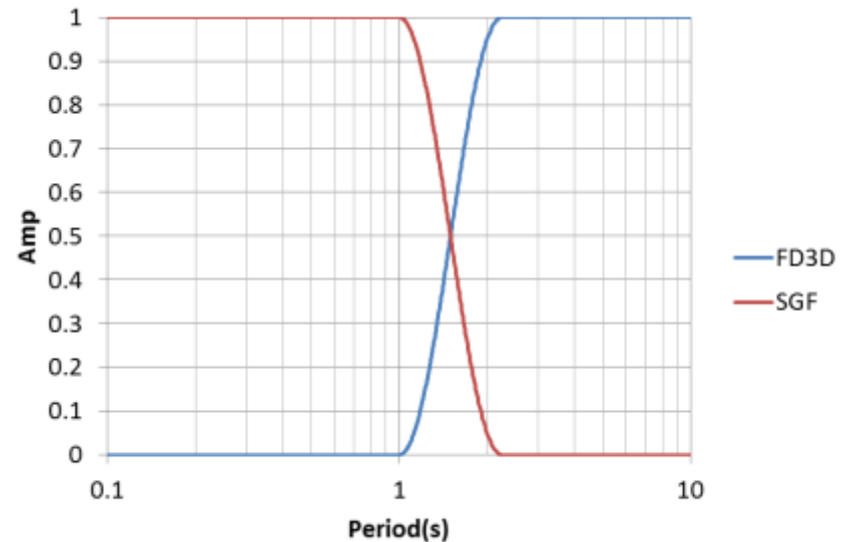
地震動予測（ハイブリッド合成法）（1）

計算範囲・断層モデルとマッチングフィルター



計算範囲（赤枠内）と今回計算した断層モデル

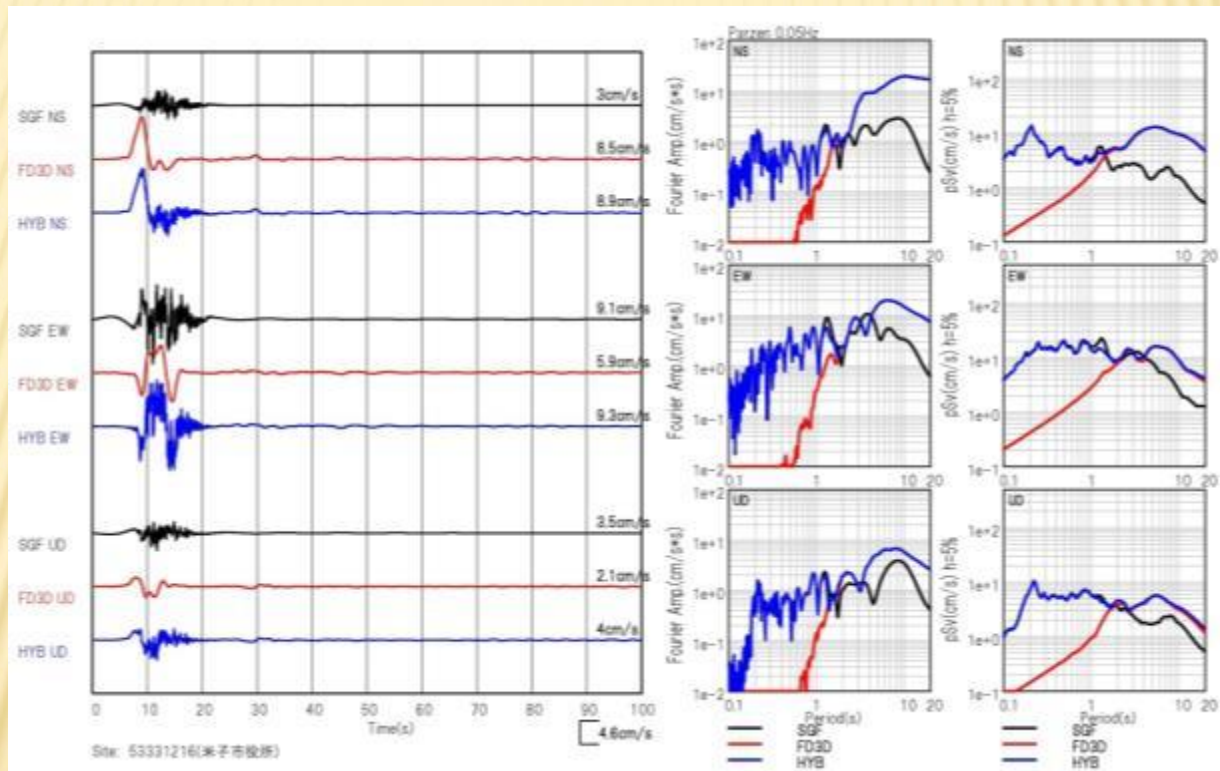
差分法と統計的グリーン関数法のマッチング
（1.5秒でマッチング）



FD3D：差分法、SGF：統計的グリーン関数法

地震動予測（ハイブリッド合成法）（2）

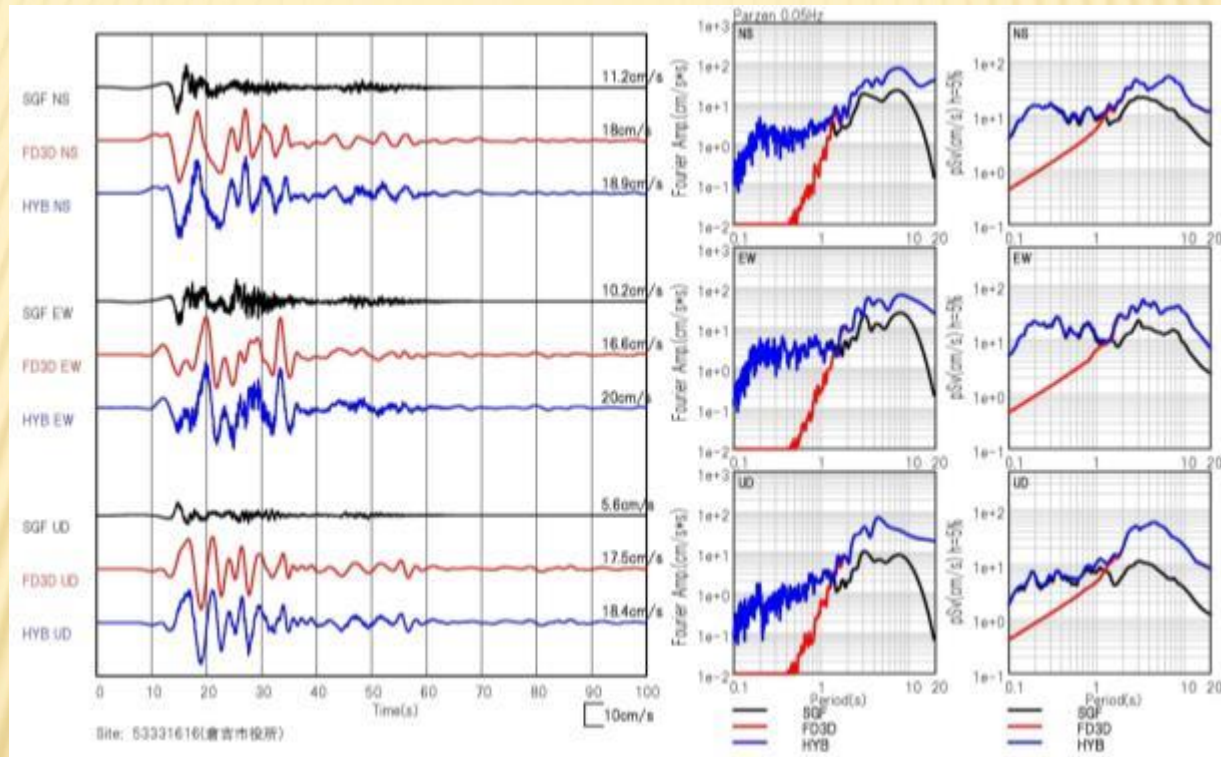
ハイブリッド合成例（1）



ハイブリッド法速度波形とフーリエスペクトル・疑似速度応答スペクトル
 黒：SGF 赤：差分法 青：ハイブリッド法
 <鳥取県西部地震断層：米子市役所>

地震動予測（ハイブリッド合成法）（3）

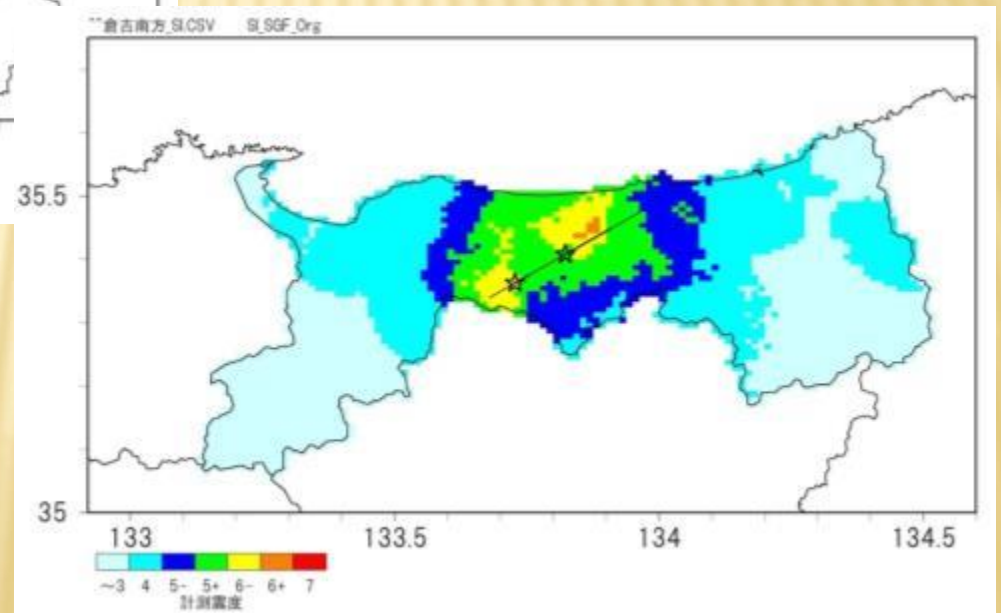
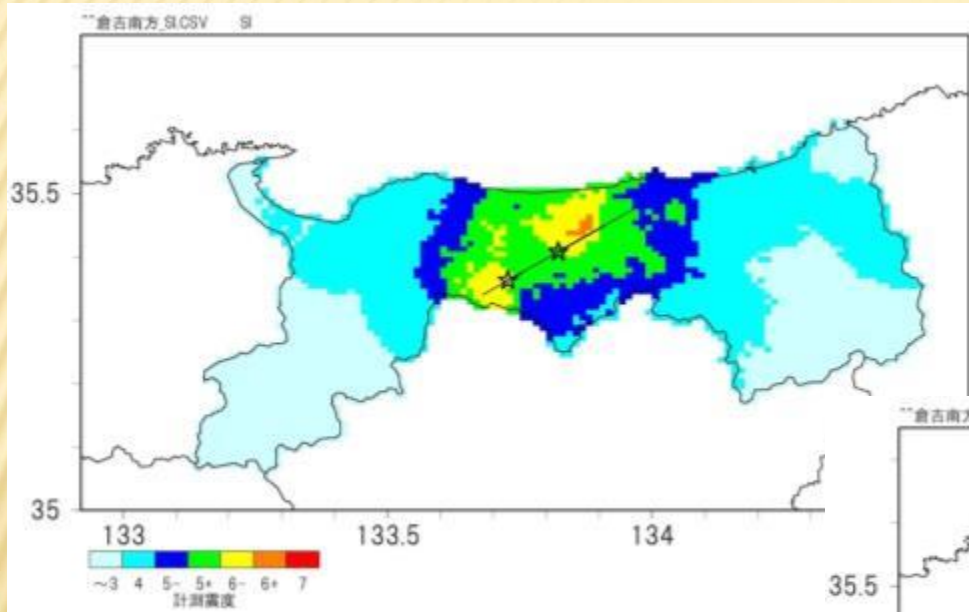
ハイブリッド合成例（2）



ハイブリッド法速度波形とフーリエスペクトル・疑似速度応答スペクトル
 黒：SGF 赤：差分法 青：ハイブリッド法
 <F55断層北傾斜：倉吉市役所>

地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（1）

予測結果：倉吉南方の推定断層（工学的基盤震度分布）



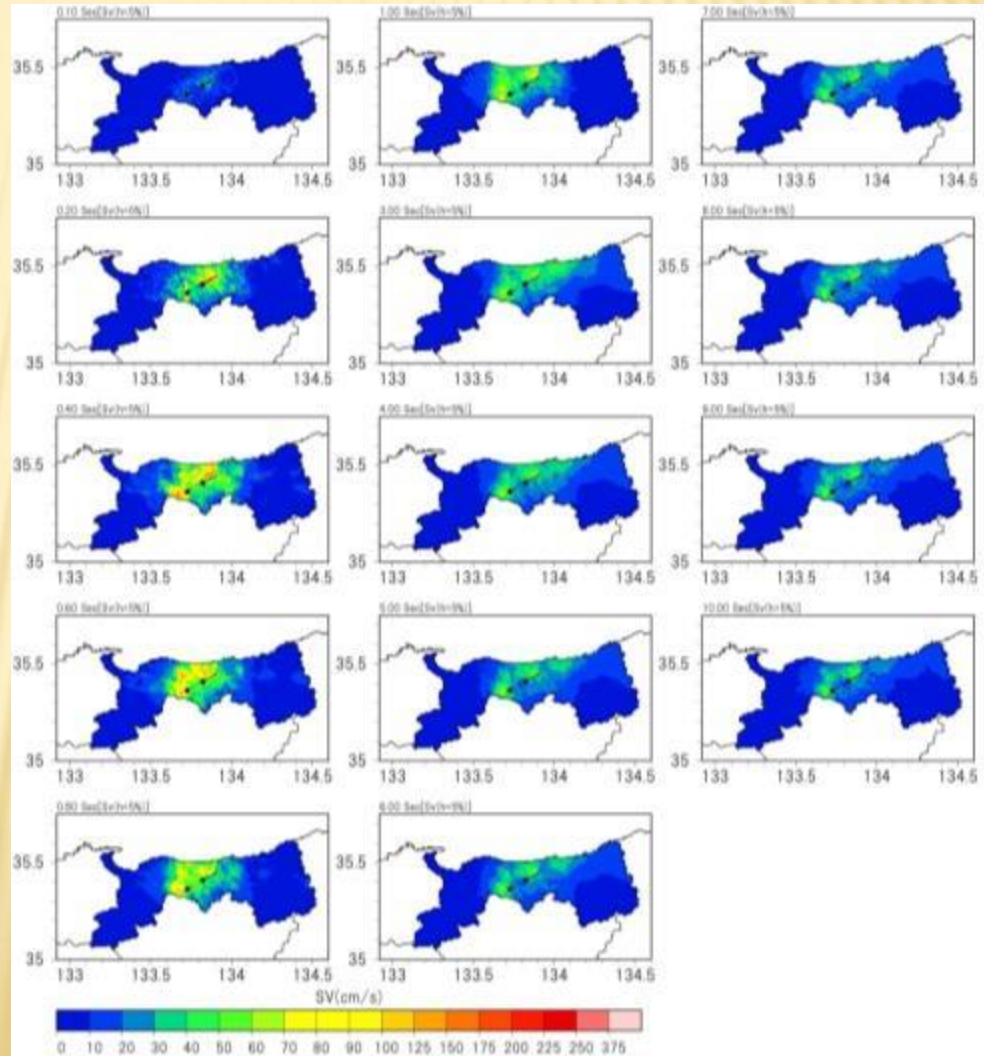
↑ハイブリッド法

統計的グリーン関数法→

地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（2）

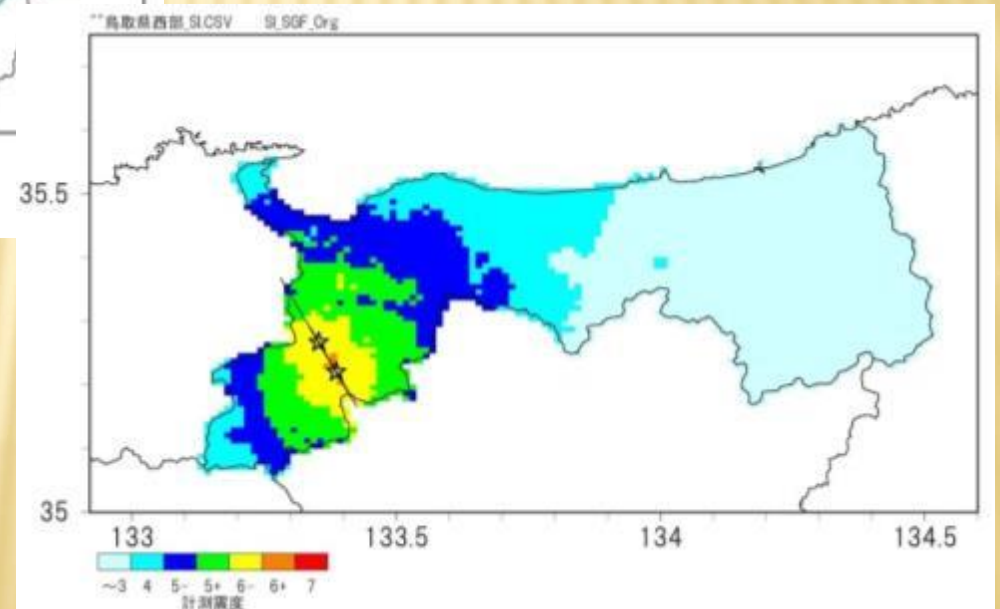
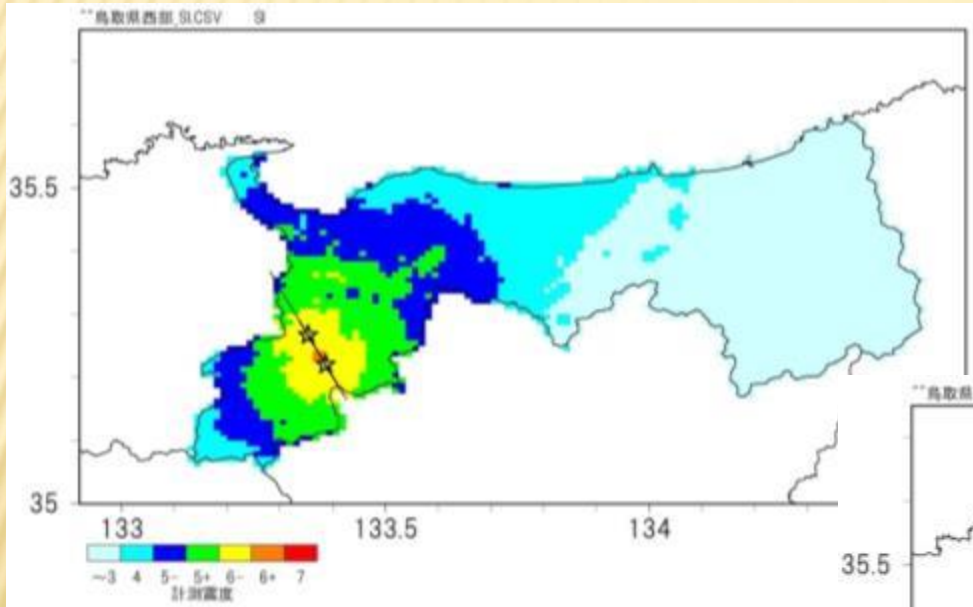
予測結果：倉吉南方の推定断層（工学的基盤）

Sv（減衰5%）
（水平2成分ベクトル合成）



地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（3）

予測結果：鳥取県西部地震断層（工学的基盤震度分布）



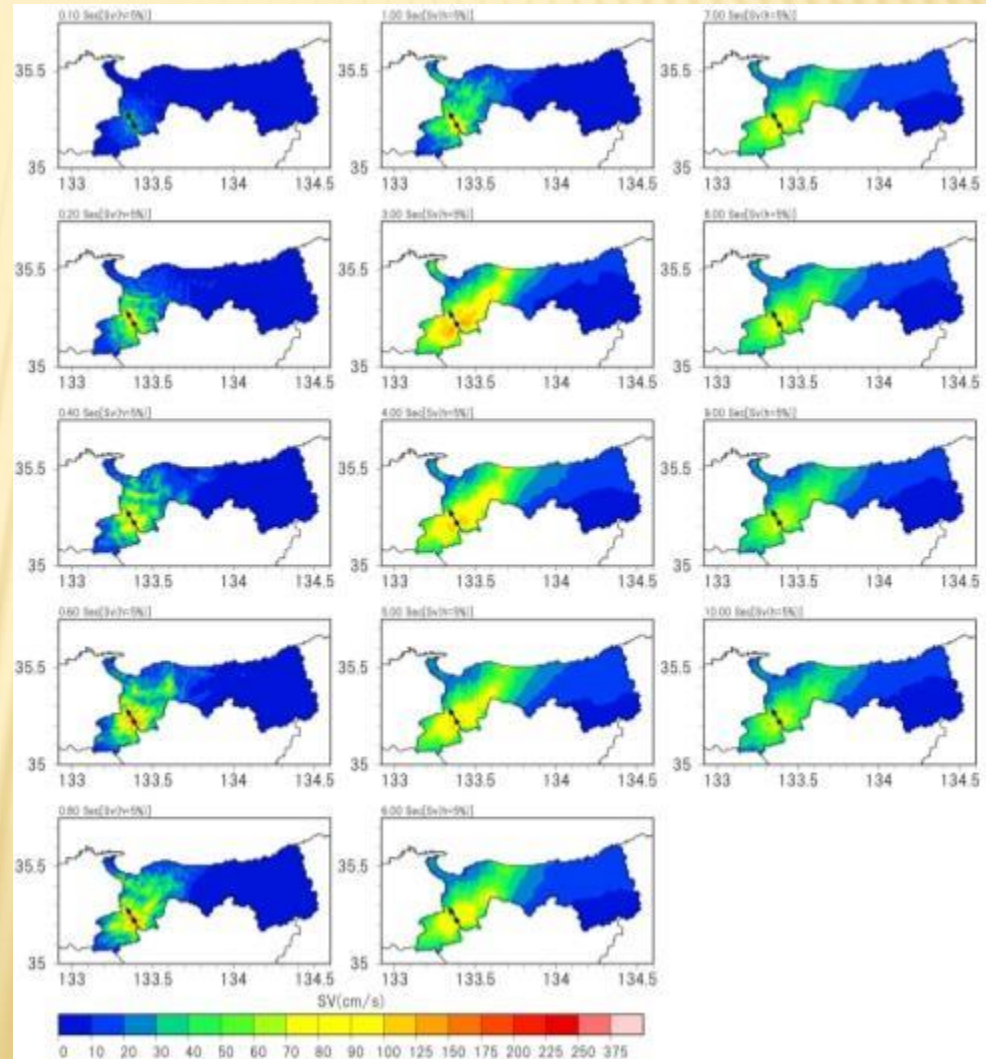
↑ハイブリッド法

統計的グリーン関数法→

地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（4）

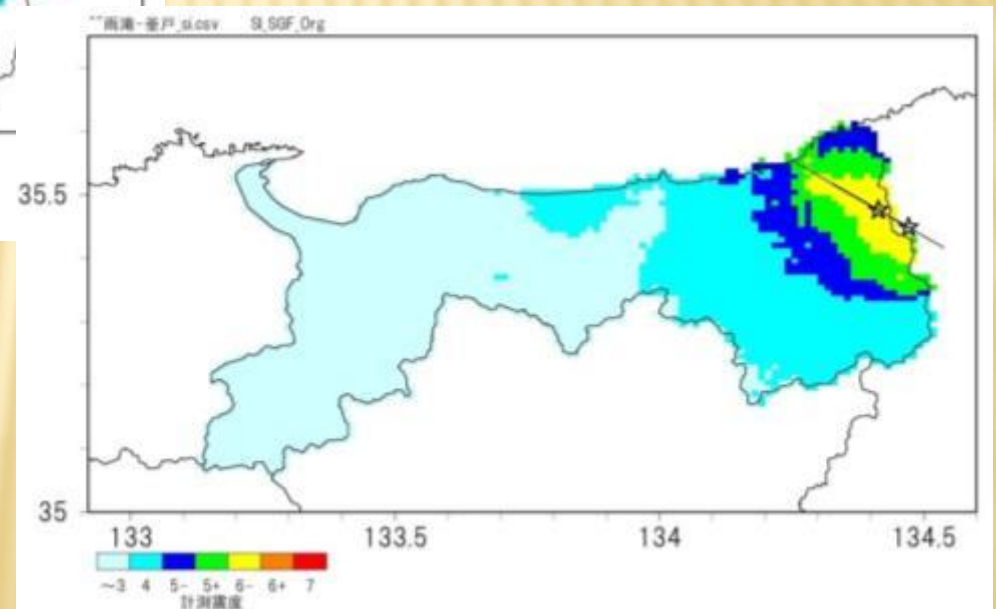
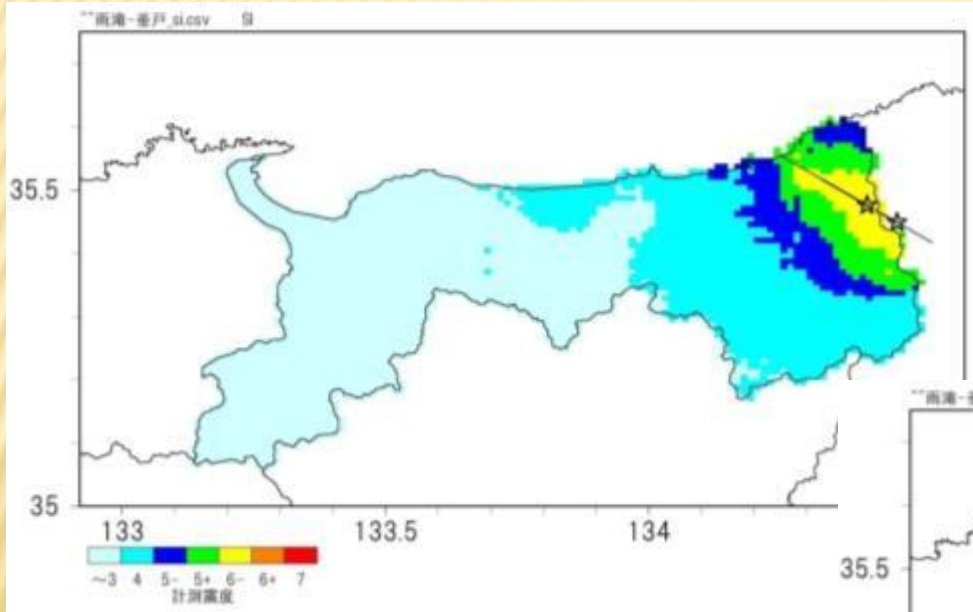
予測結果：鳥取県西部地震断層（工学的基盤）

Sv（減衰5%）
（水平2成分ベクトル合成）



地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（5）

予測結果：雨滝－釜戸断層（工学的基盤震度分布）



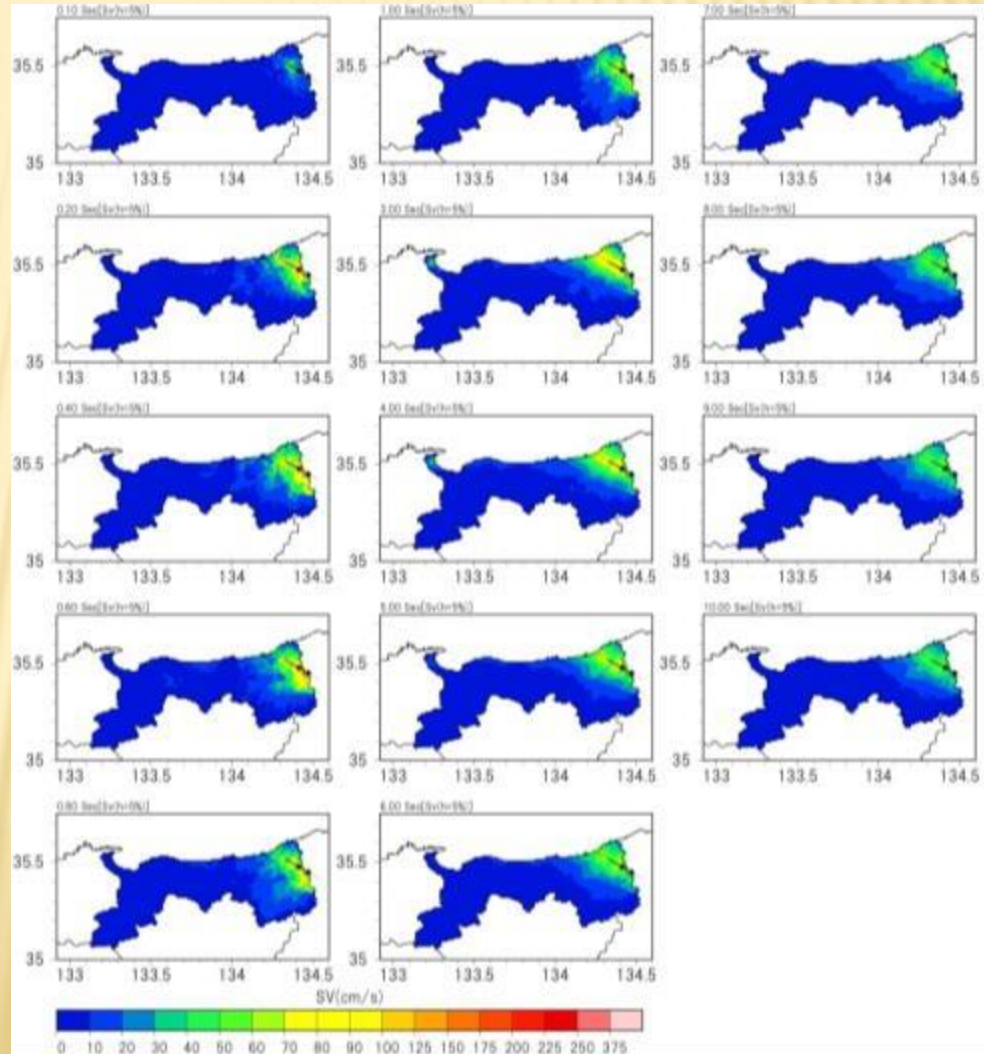
↑ハイブリッド法

統計的グリーン関数法→

地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（6）

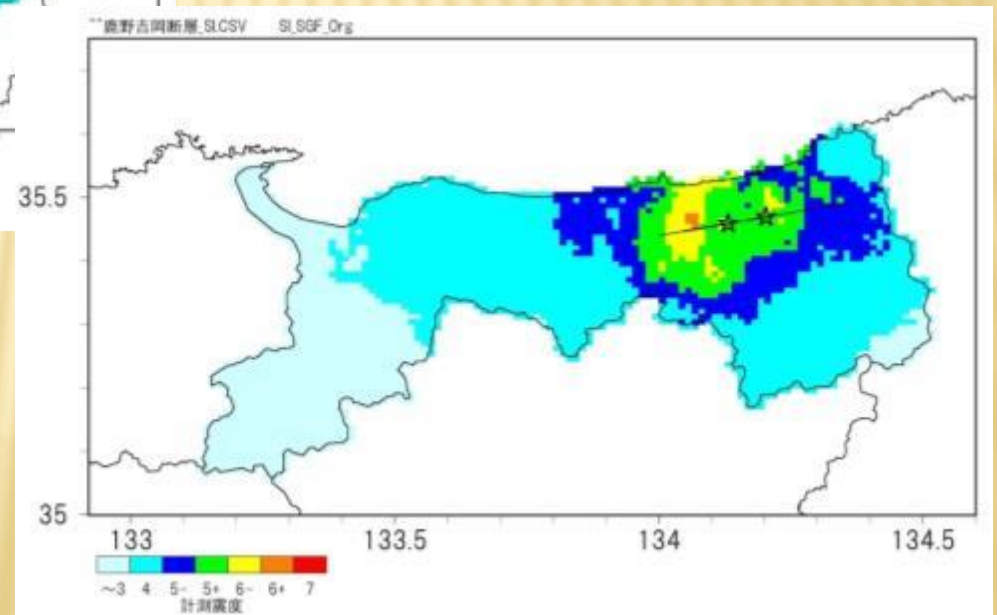
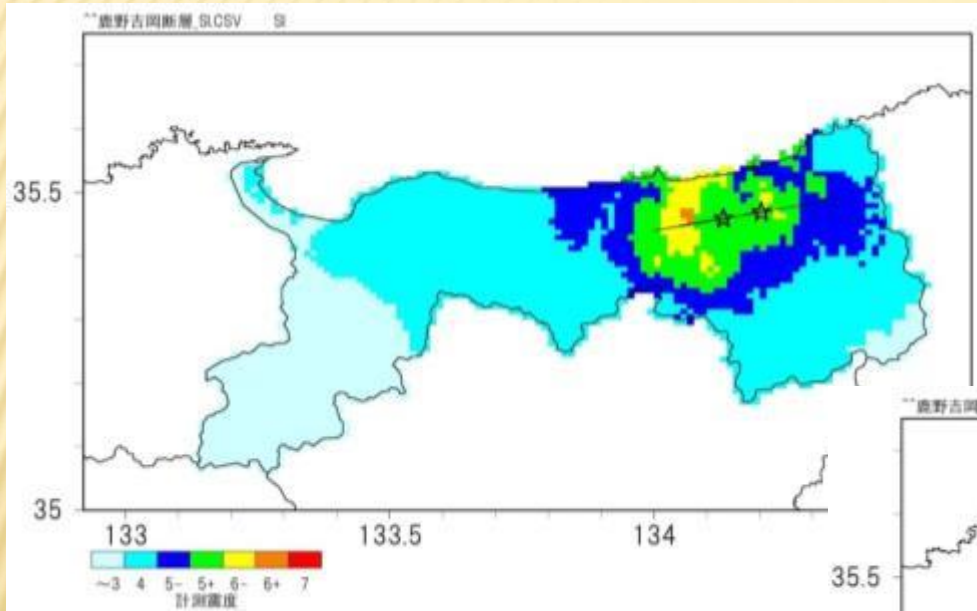
予測結果：雨滝－釜戸断層（工学的基盤）

Sv（減衰5%）
（水平2成分ベクトル合成）



地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（7）

予測結果：鹿野・吉岡断層（工学的基盤震度分布）



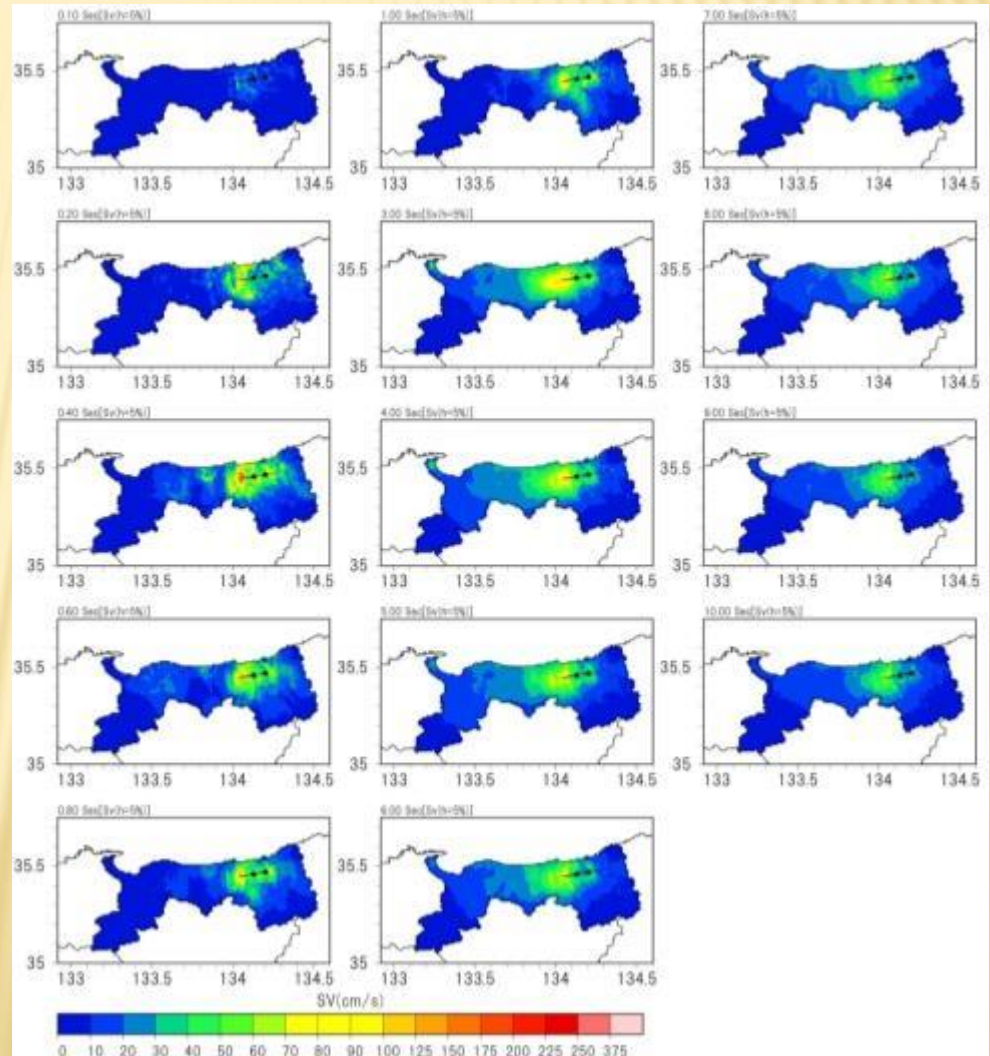
↑ハイブリッド法

統計的グリーン関数法→

地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（8）

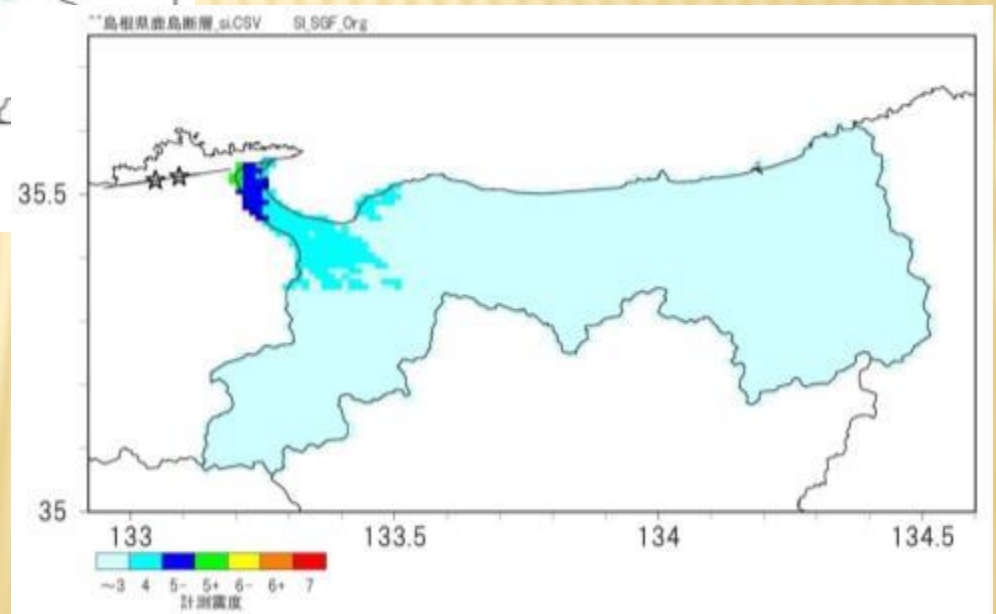
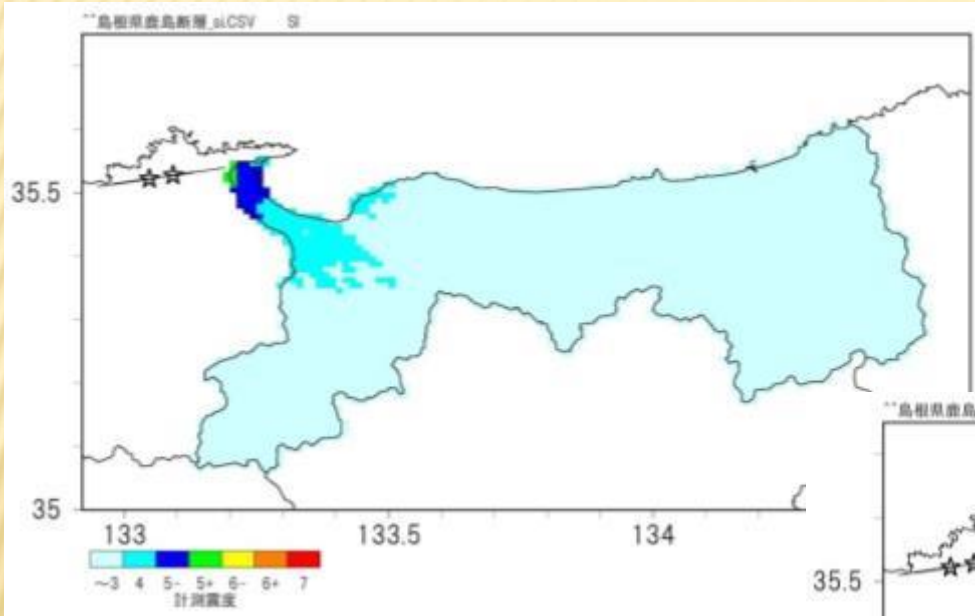
予測結果：鹿野・吉岡断層（工学的基盤）

Sv（減衰5%）
（水平2成分ベクトル合成）



地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（9）

予測結果：島根県鹿島断層（工学的基盤震度分布）



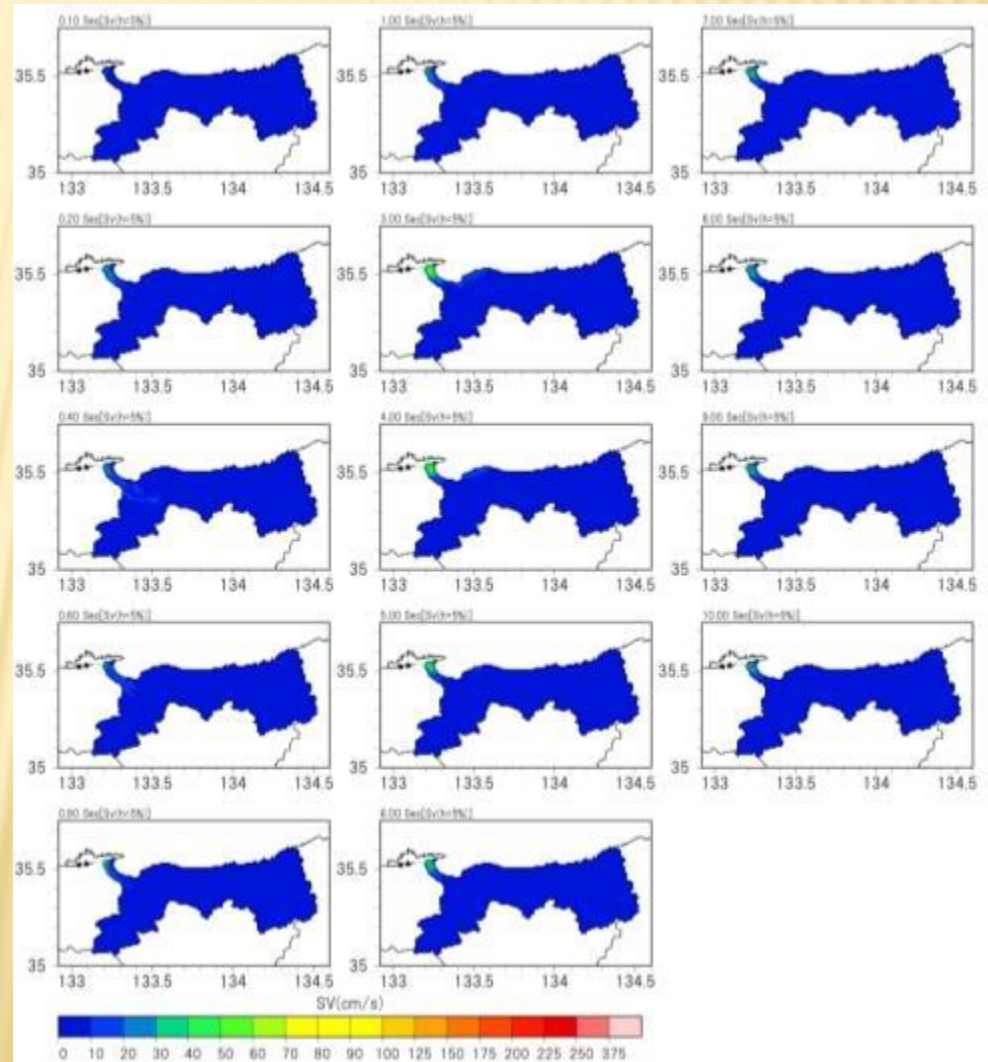
↑ハイブリッド法

統計的グリーン関数法→

地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（10）

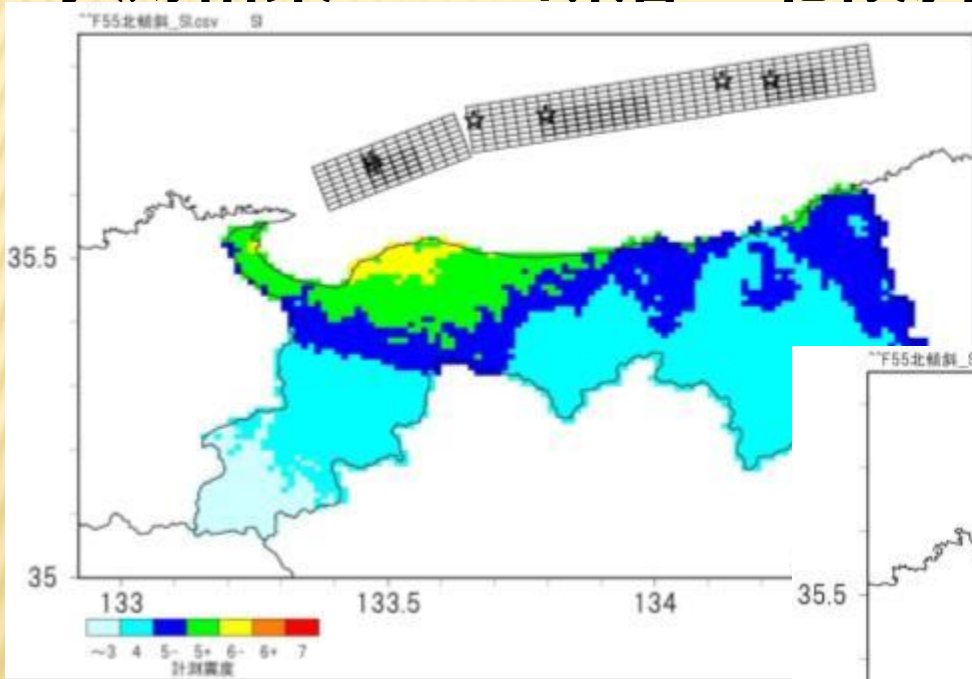
予測結果：島根県鹿島断層（工学的基盤）

Sv（減衰5%）
（水平2成分ベクトル合成）



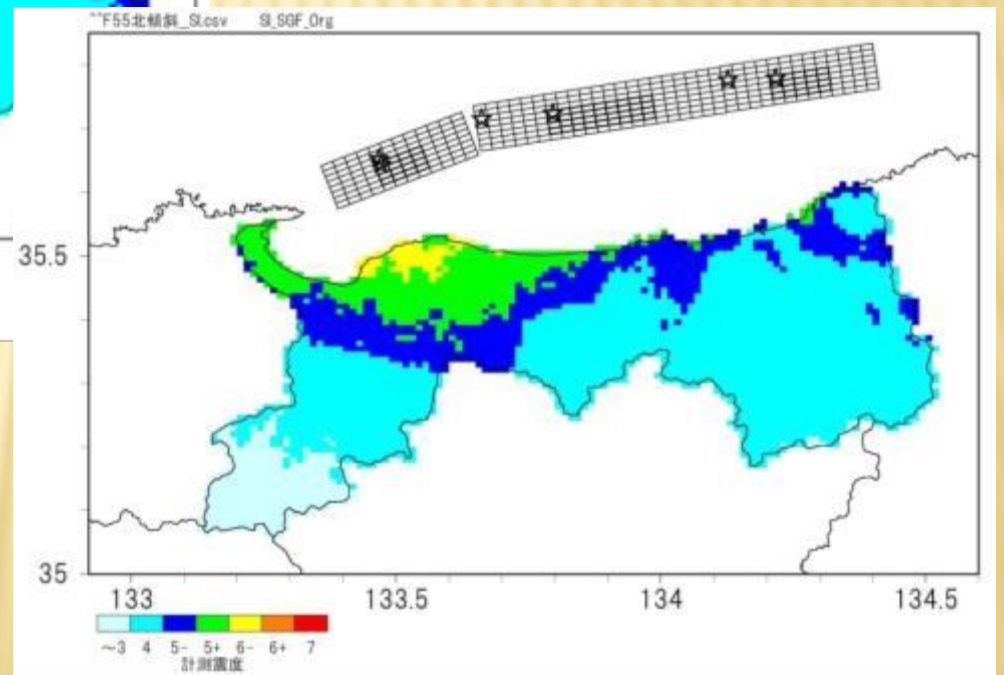
地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（11）

予測結果：F55断層 北傾斜（工学的基盤震度分布）



↑ハイブリッド法

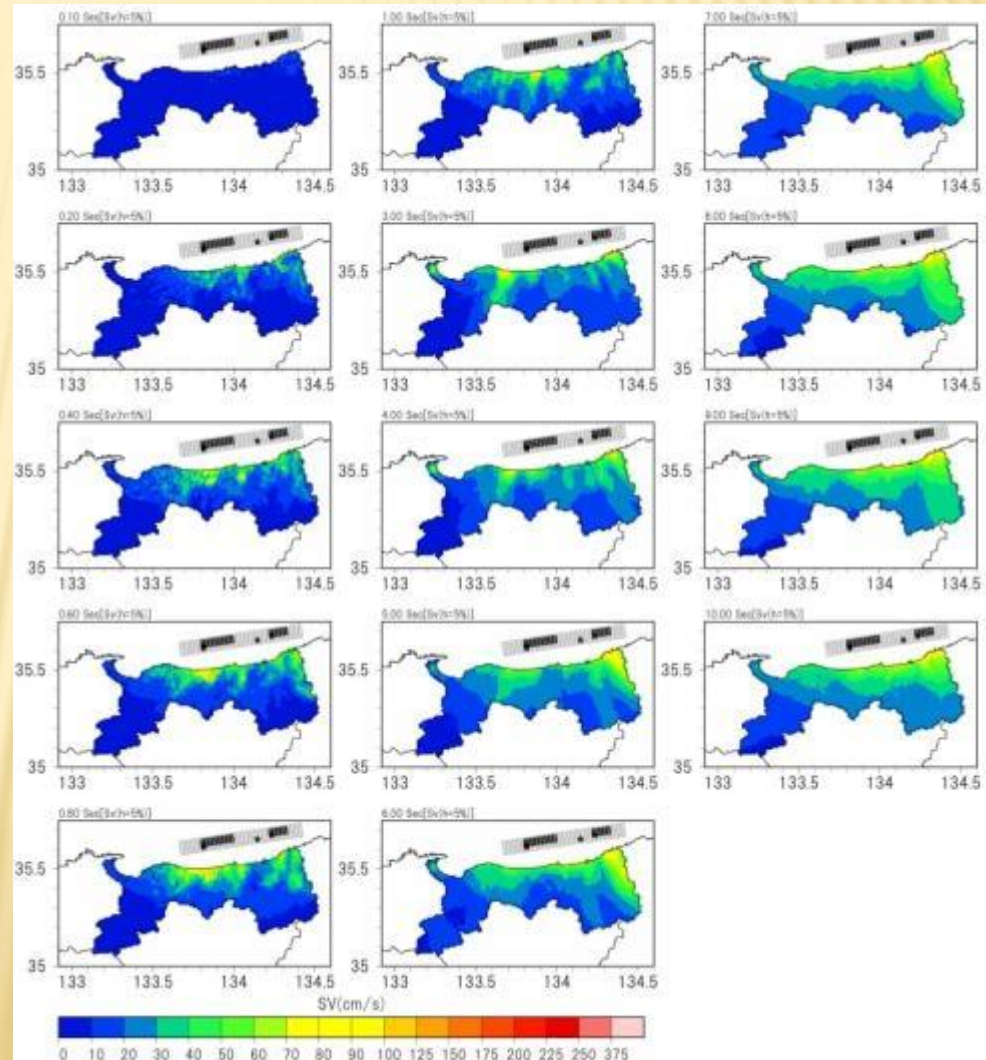
統計的グリーン関数法→



地震動予測結果（ハイブリッド合成法）（12）

予測結果：F55断層 北傾斜（工学的基盤）

Sv（減衰5%）
（水平2成分ベクトル合成）



地表における地震動予測

★詳細法：ハイブリッド合成法による工学的基盤の地震動波形
＋
浅部地盤モデルを用いた地震応答解析



地表の地震動波形⇒計測震度他の算出

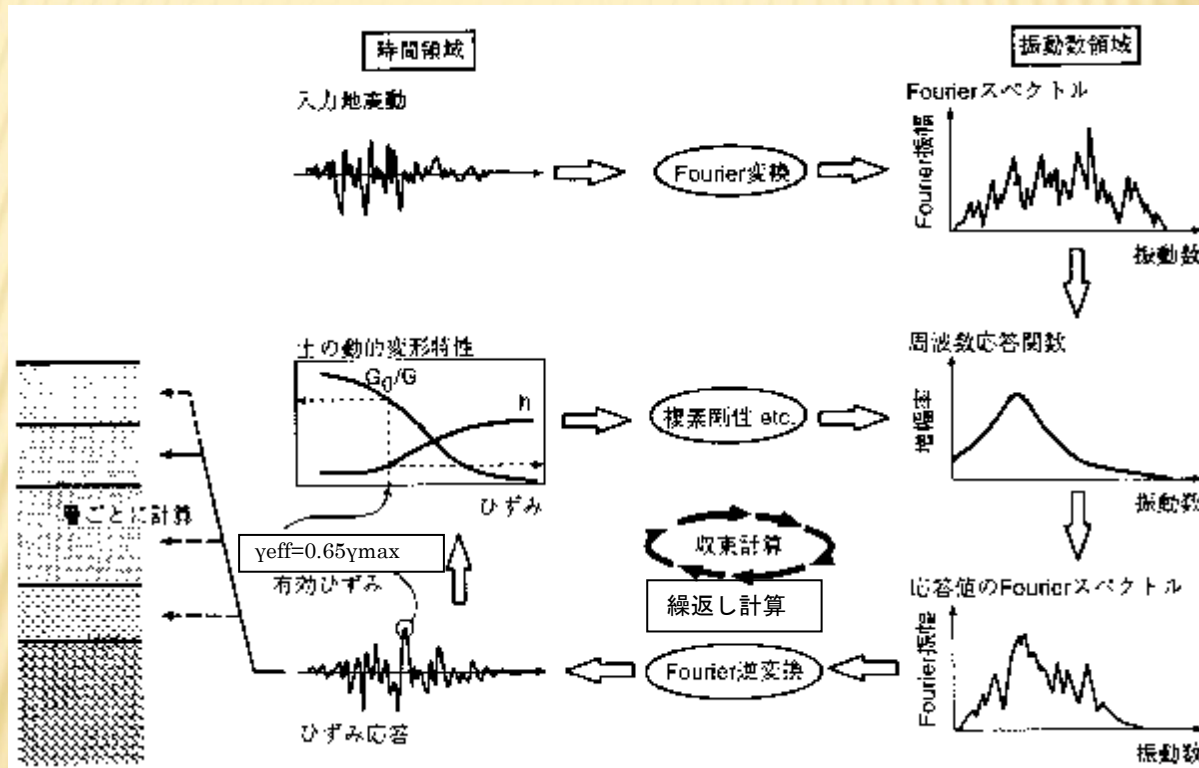
★簡易法：距離減衰式による工学的基盤の震度
＋
浅部地盤モデルによる震度増分



地表における計測震度の算出

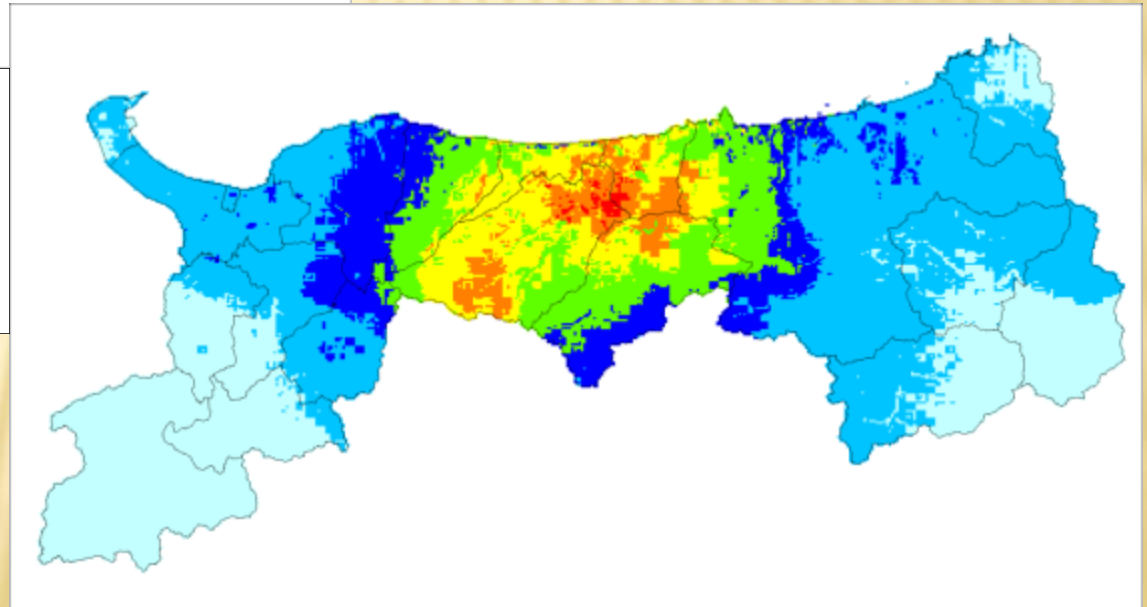
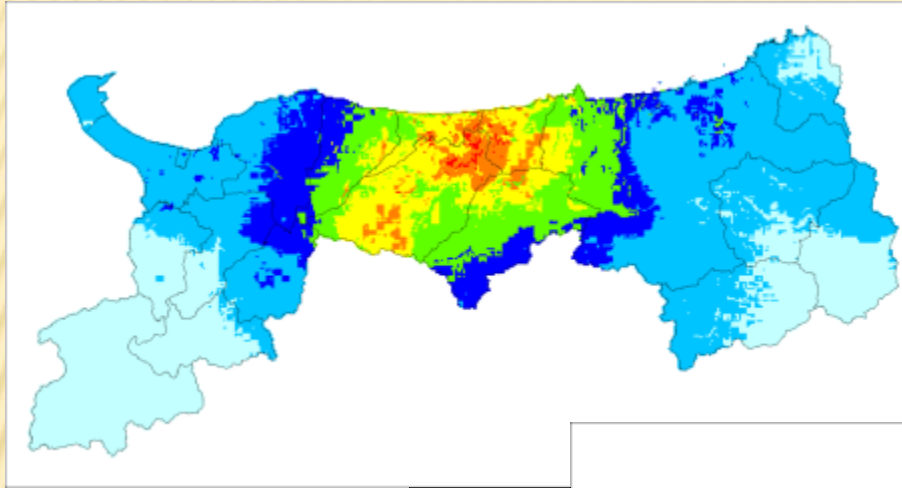
地震応答解析

地震応答解析：等価線形法による地震応答解析



等価線形地震応答解析プログラムの概要（盛川(2005)）

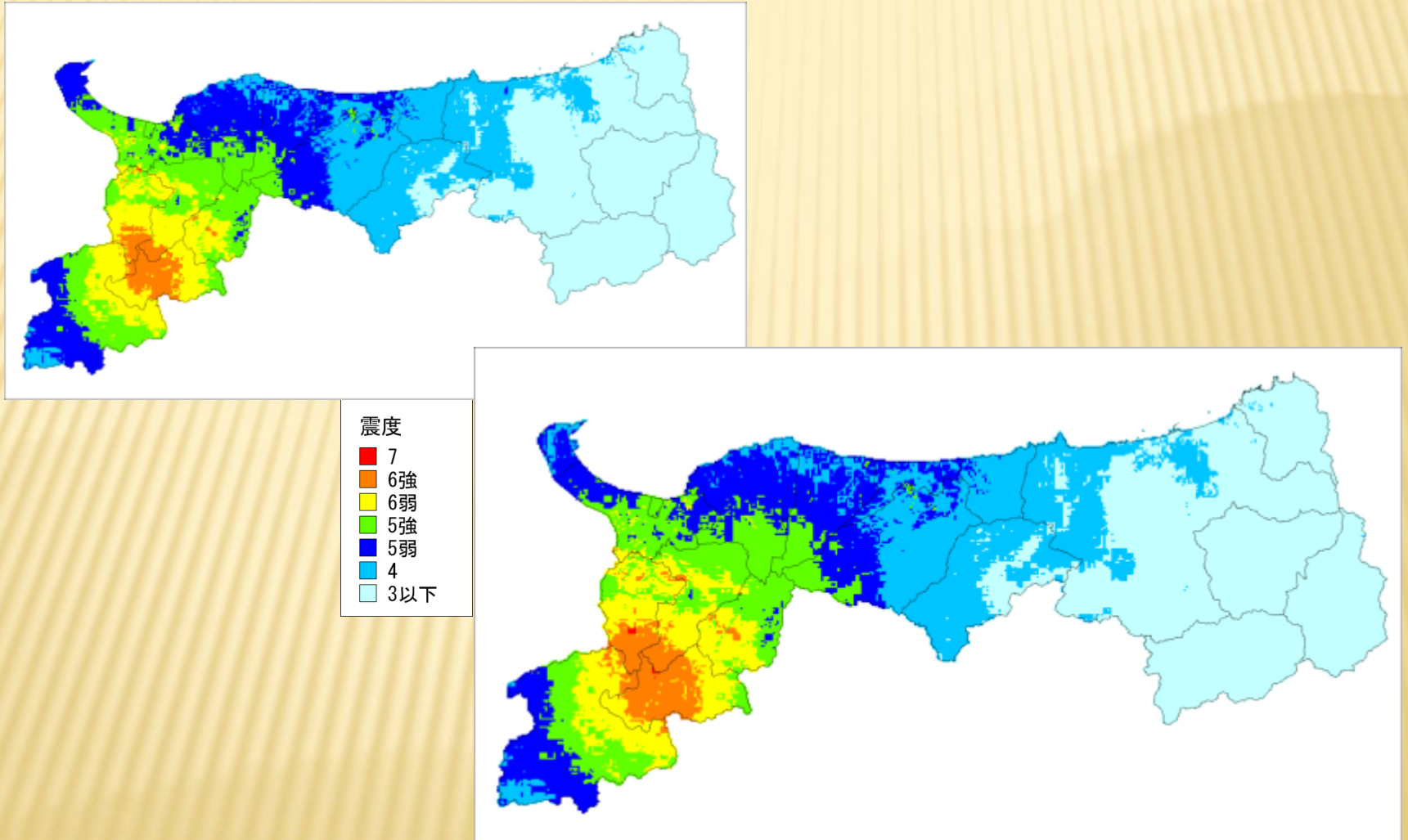
詳細法による地震動予測結果（1）



最大速度分布・最大加速度分布は
資料6参照（各地震とも同じ）

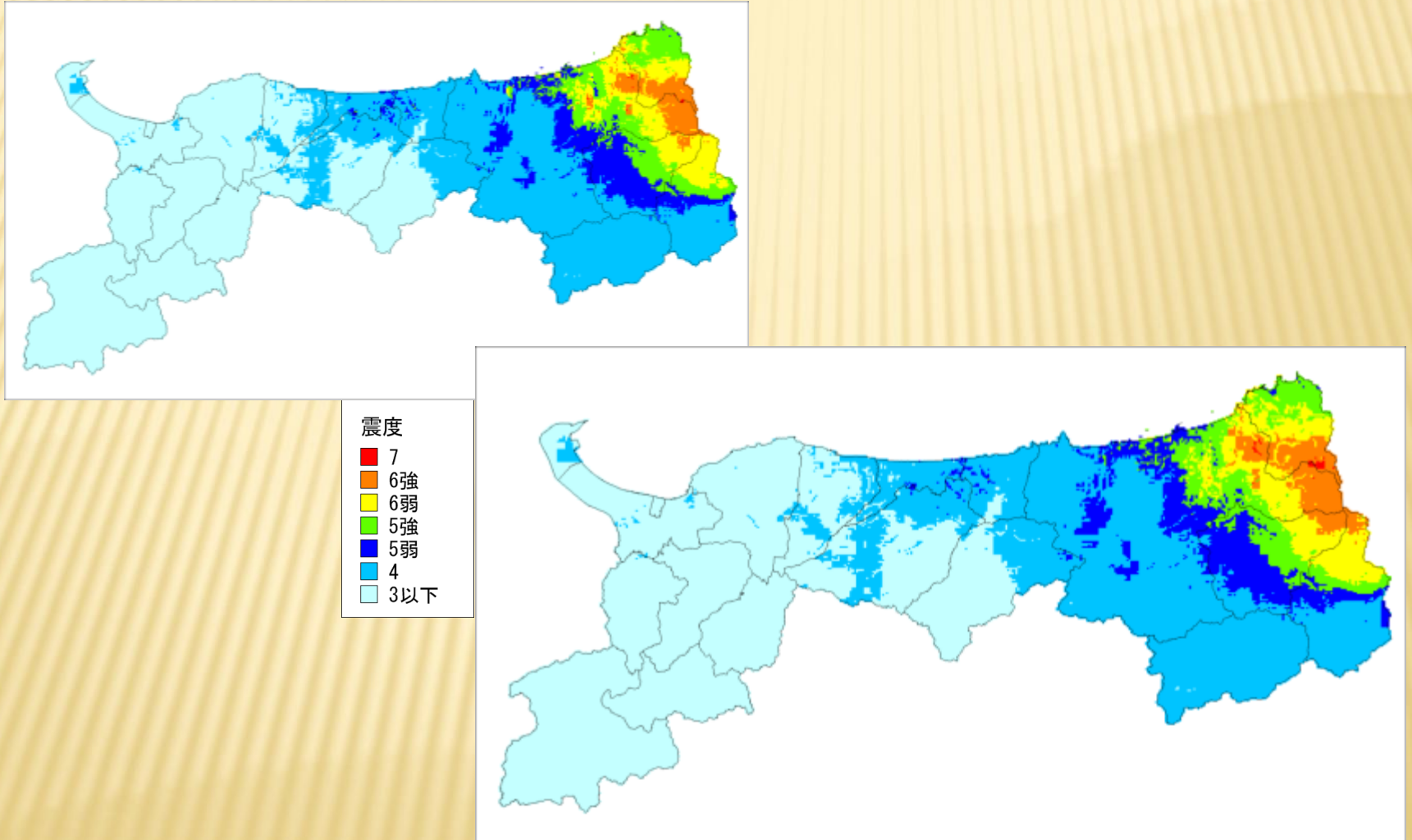
倉吉南方の推定地震の震度分布（上：線形・下：等価線形）

詳細法による地震動予測結果（2）



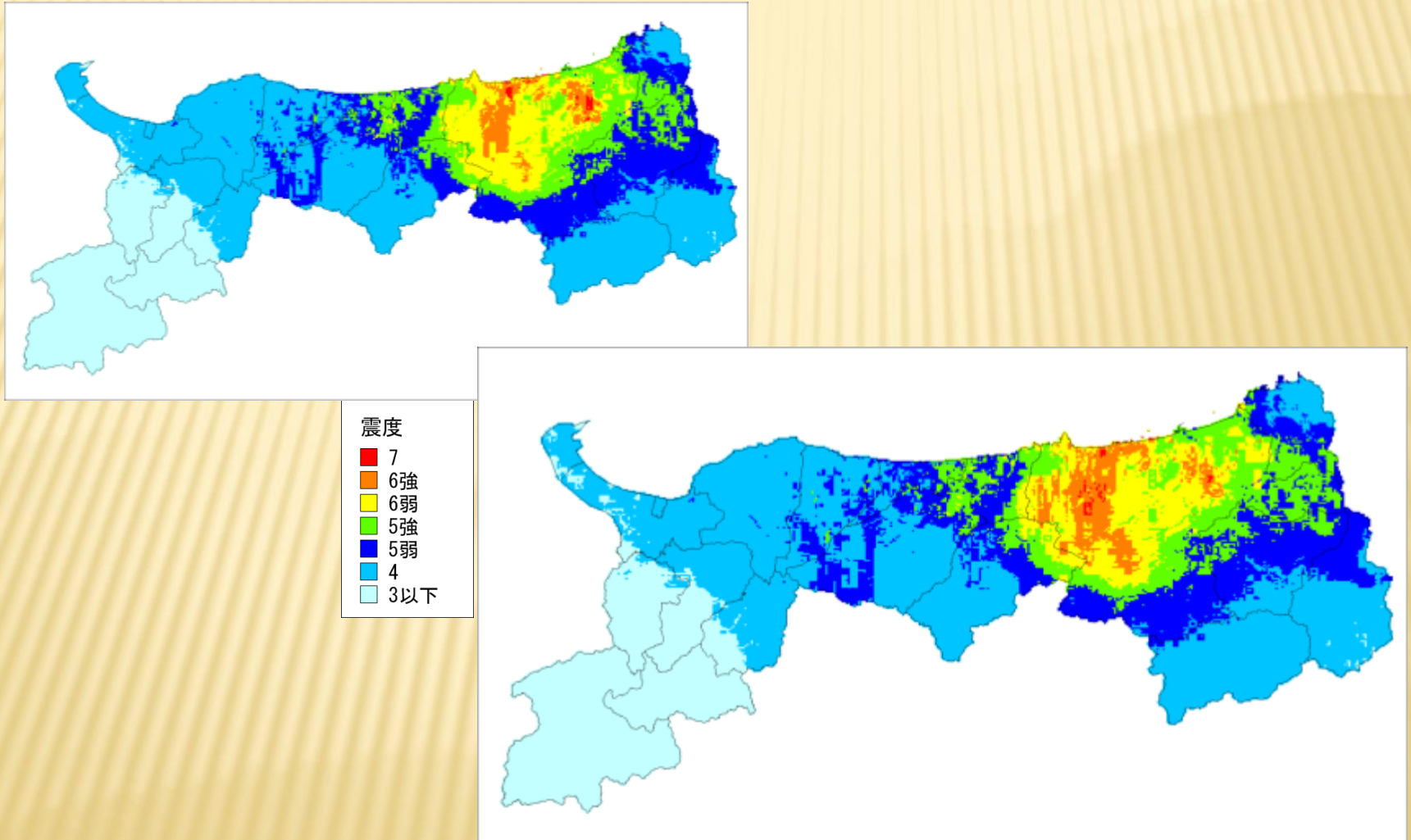
鳥取県西部地震断層の震度分布（上：線形・下：等価線形）

詳細法による地震動予測結果（3）



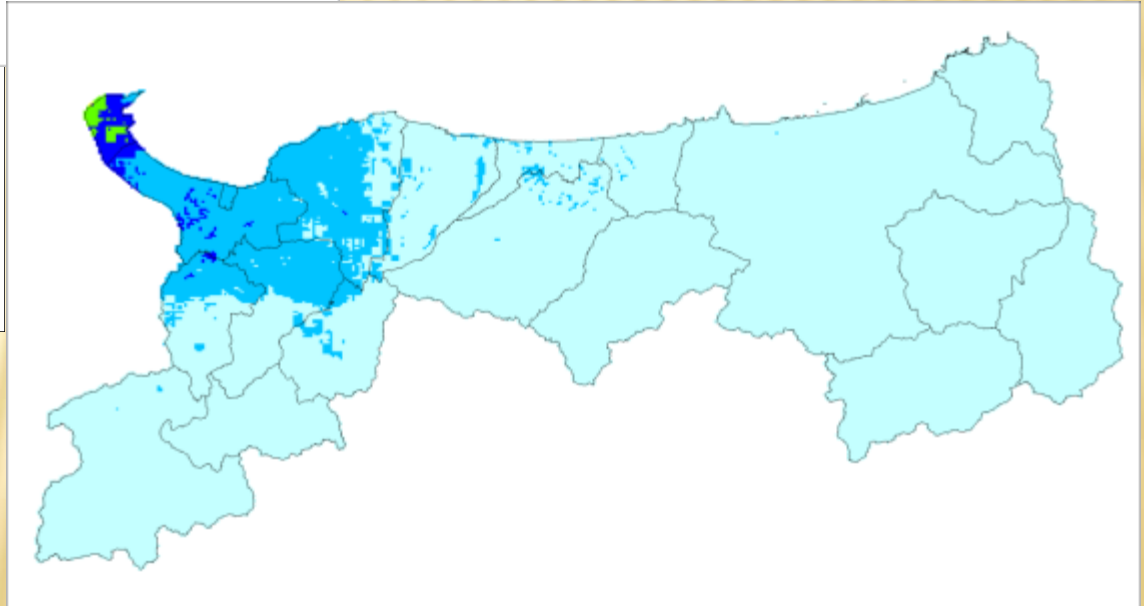
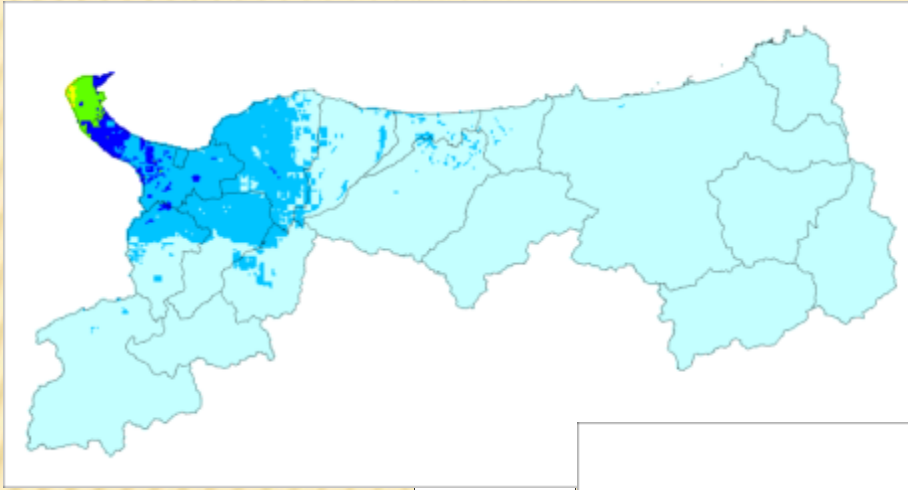
雨滝一釜戸断層の震度分布（上：線形・下：等価線形）

詳細法による地震動予測結果（4）



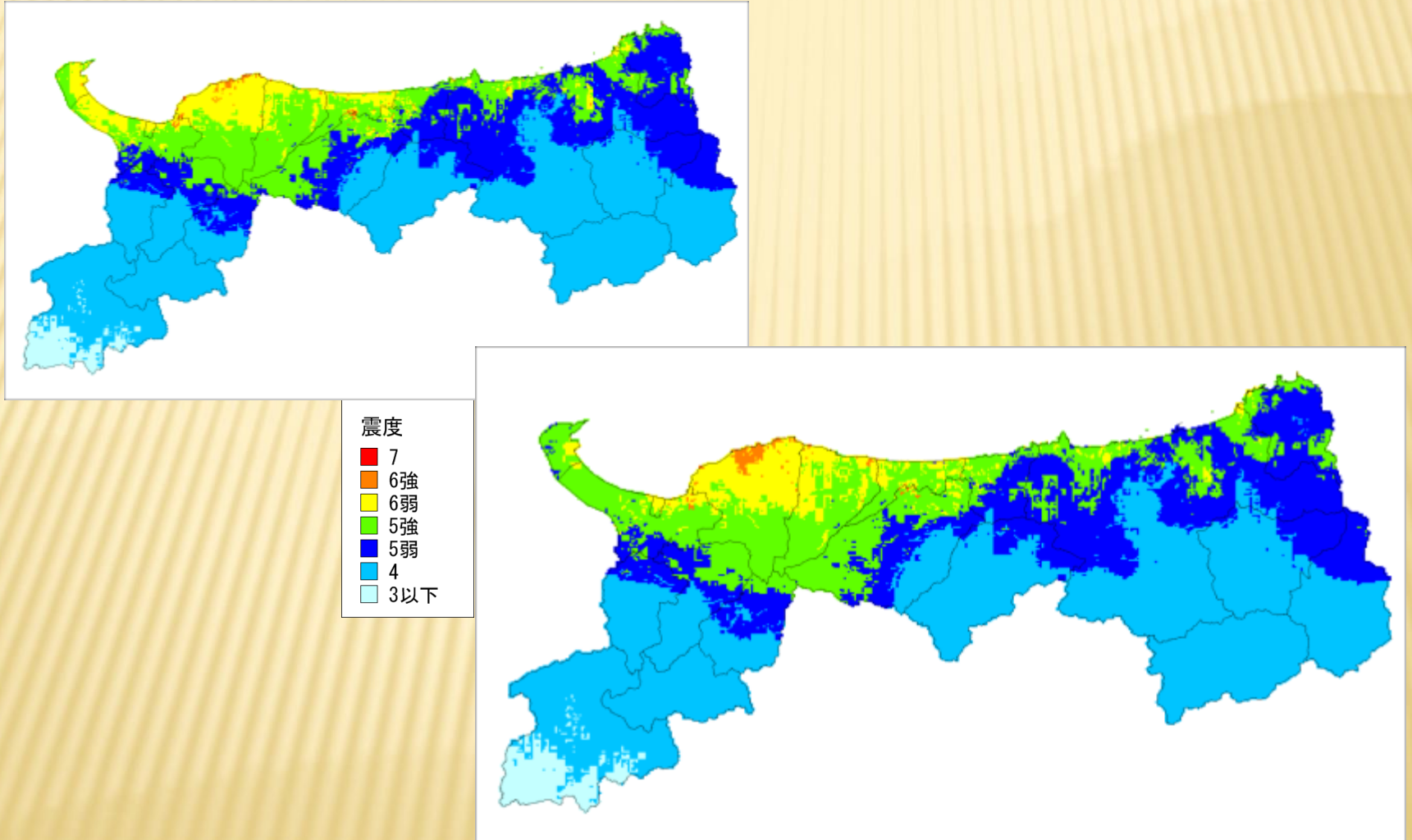
鹿野・吉岡断層の震度分布（上：線形・下：等価線形）

詳細法による地震動予測結果（5）



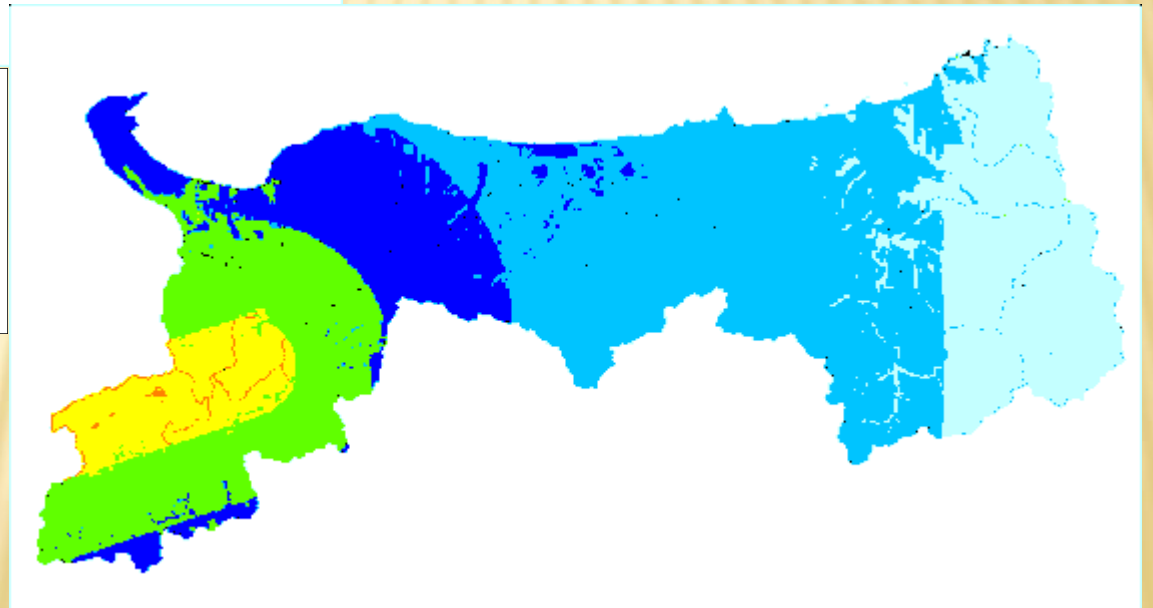
島根県鹿島断層の震度分布（上：線形・下：等価線形）

詳細法による地震動予測結果（6）



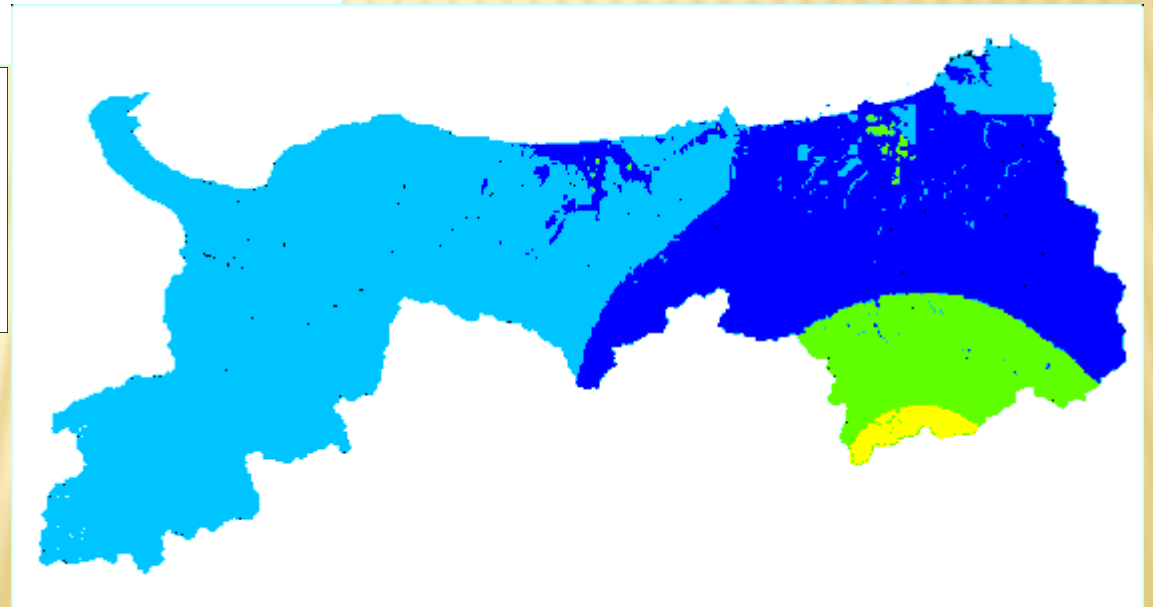
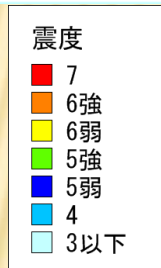
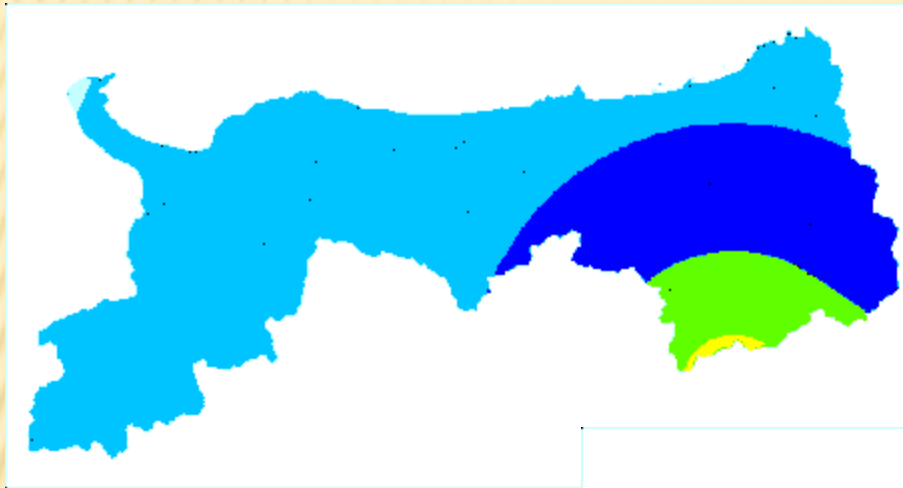
F55断層（北傾斜）の震度分布（上：線形・下：等価線形）

簡易法による地震動予測結果（1）



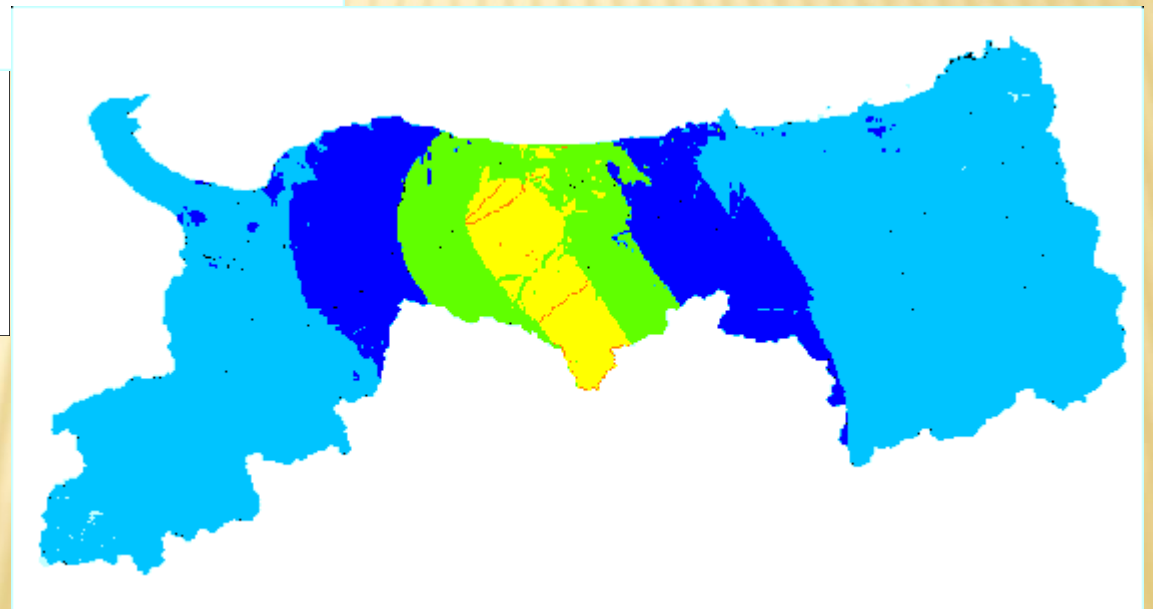
鎌倉山南方活断層の地震の震度分布（上：工学的基盤・下：地表）

簡易法による地震動予測結果（2）



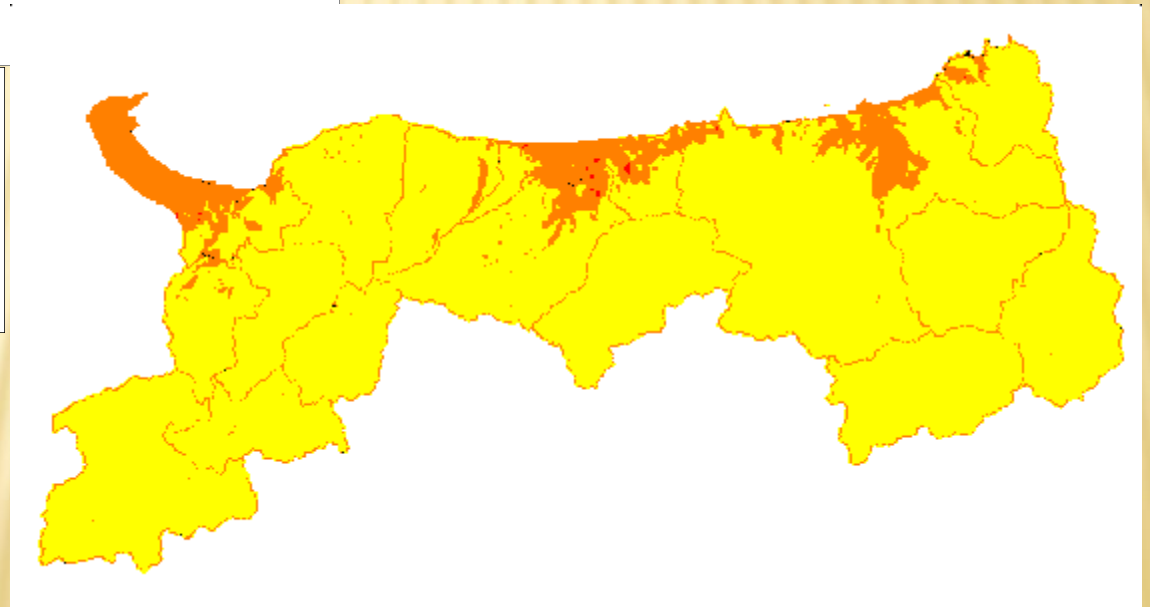
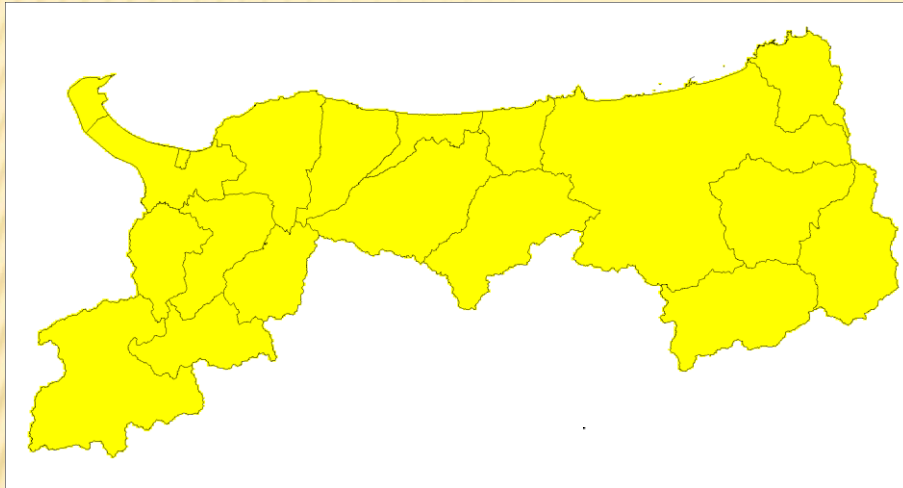
山崎断層帯北西部の地震の震度分布（上：工学的基盤・下：地表）

簡易法による地震動予測結果 (3)



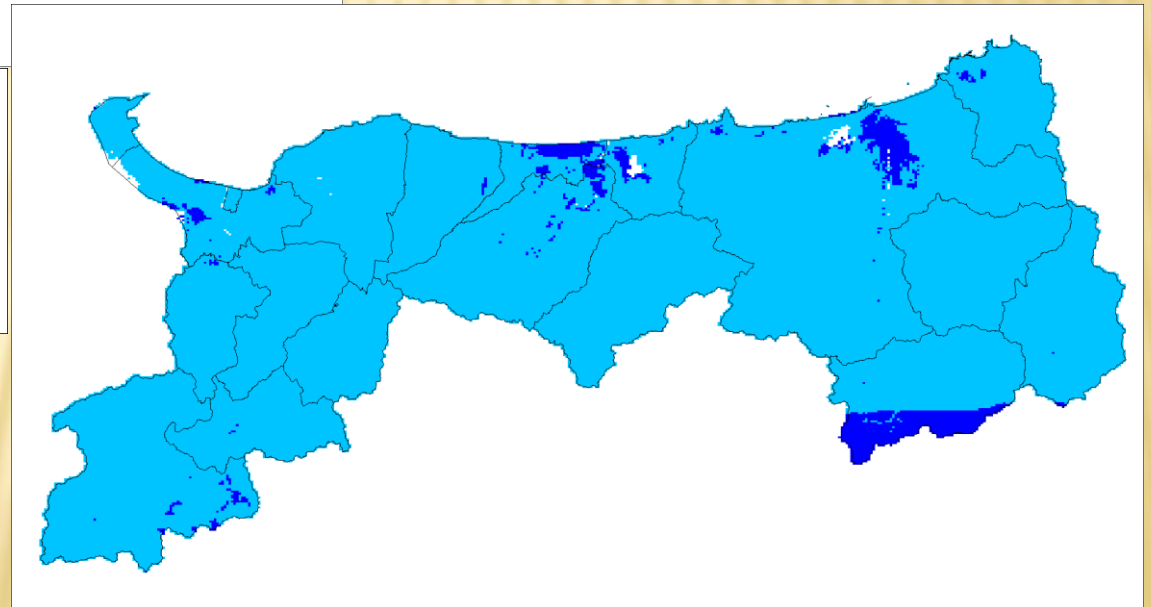
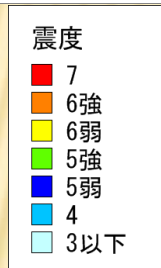
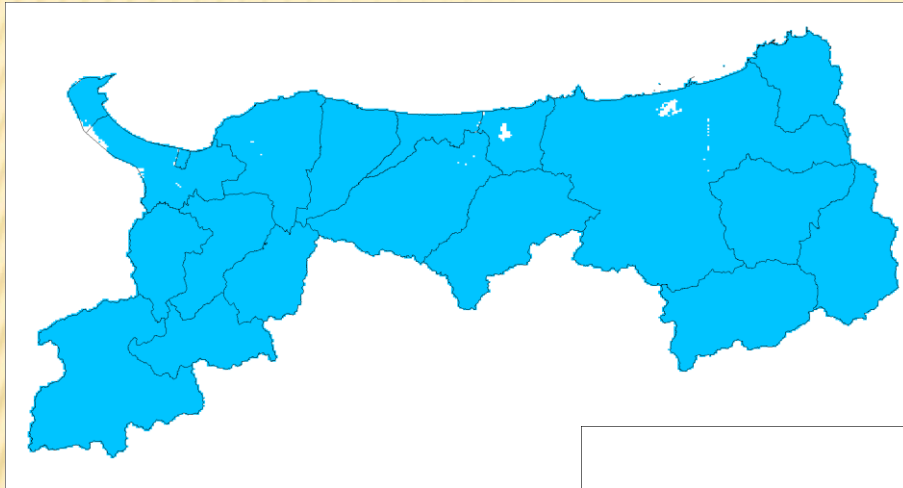
大立断層・田代峠一布江断層の地震の震度分布 (上：工学的基盤・下：地表)

簡易法による地震動予測結果（4）



地表断層が不明な地震の震度分布（上：工学的基盤・下：地表）

簡易法による地震動予測結果（5）



南海トラフ巨大地震の震度分布（上：工学的基盤・下：地表）

ご清聴ありがとうございました。