

佐賀県地震被害等予測調査業務 第2回検討委員会

資料：地震動予測について（抜粋）

平成25年12月13日
消防防災課

1

本資料の内容

- 1．簡便法による地震動の検討
 - 1-1. 検討対象の断層
 - 1-2. 簡便法による地震動予測計算
 - (1)地震動の予測計算方法
 - (2)簡便法による地震動の予測計算結果
 - 1-3. 想定断層の影響範囲の評価
 - (1)地震動
 - (2)強い揺れが予想される地域の曝露人口
 - 1-4. 詳細検討を行う断層の選定
- 2．地震動検討に用いる地盤モデル
 - 2-1. 深部地盤モデルの作成
 - 2-2. 浅部深部地盤モデルの作成

1. 簡便法による地震動の検討

1-1. 検討対象の断層

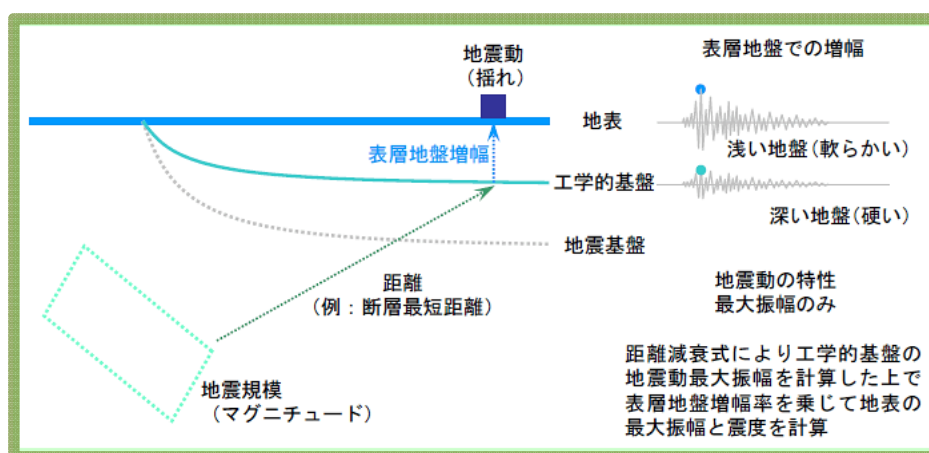
第1回検討委員会で承認された次の14断層について、簡便法（距離減衰式）による地震動予測を行った。（図1-1）

佐賀平野北縁断層帯
警固断層帯(南東部)
糸島半島沖断層群
日向峠 - 小笠木峠断層帯
水縄断層帯
城山南断層
竹木場断層
西葉断層
多良岳南西麓断層帯(大村 - 諫早北西付近断層帯)
雲仙断層群(北部)
今福断層
楠久断層
国見断層
真名子 - 荒谷峠断層

3

（参考）距離減衰式に基づく「簡便法」による地震動予測の概要

地震の発生場所から遠くなれば揺れが小さくなること（＝距離減衰）に着目し、マグニチュードや震源からの距離などを計算式に入力し、震源からの距離に応じて「地震の揺れ」や「震度」を計算



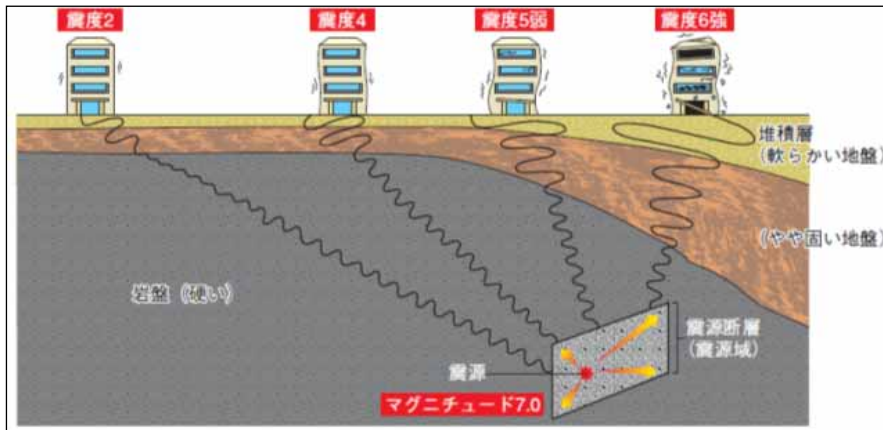
（地震調査研究推進本部HPより）

< 簡便法による地震動予測の特徴 >

- ・ 断層面直上およびその近傍で地震動が大きく、周辺部では断層から離れるにつれて、減衰により地震動が小さくなる。
- ・ 断層からの距離が同程度の場合には、表層の地震動増幅率が大きい平野部の震度は、山地部や丘陵部と比較して大きくなる。
- ・ 断層面が傾斜している断層と断層面が鉛直の他の断層を比べると、前者のほうが、地震動の大きい地域が広がる。

4

(参考) 地盤と揺れの関係 (地震調査研究推進本部HPより)



図は震源に近く、地盤が軟らかい場所ほど大きく揺れることを示す。

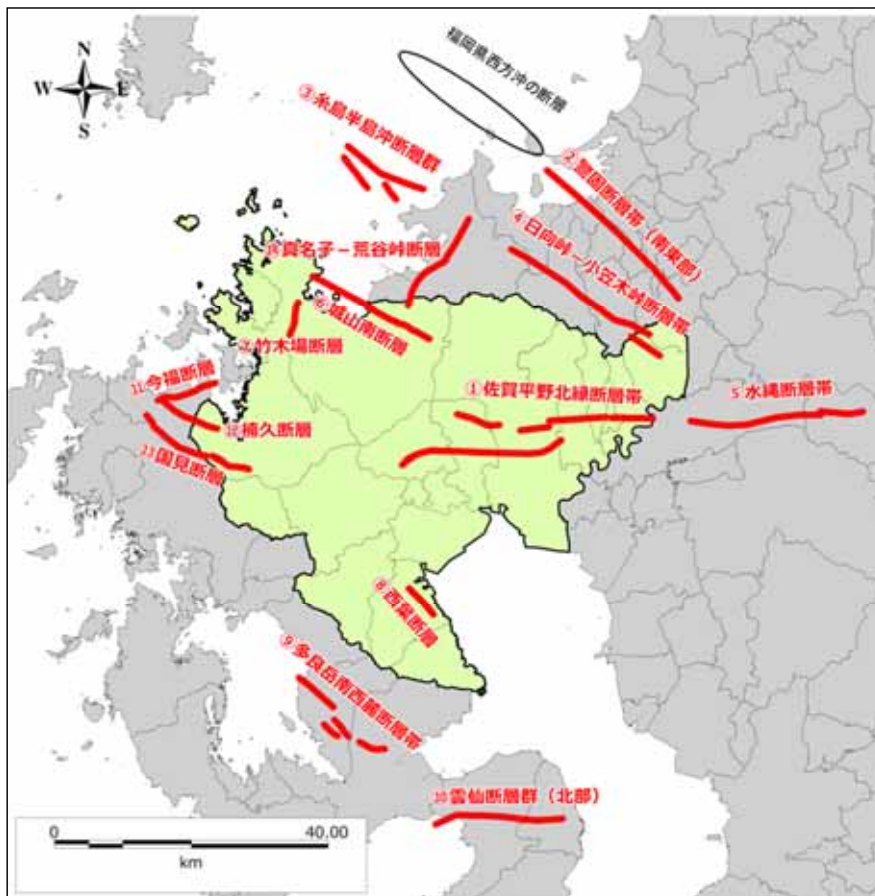


図1-1 簡便法による地震動検討の対象とする断層

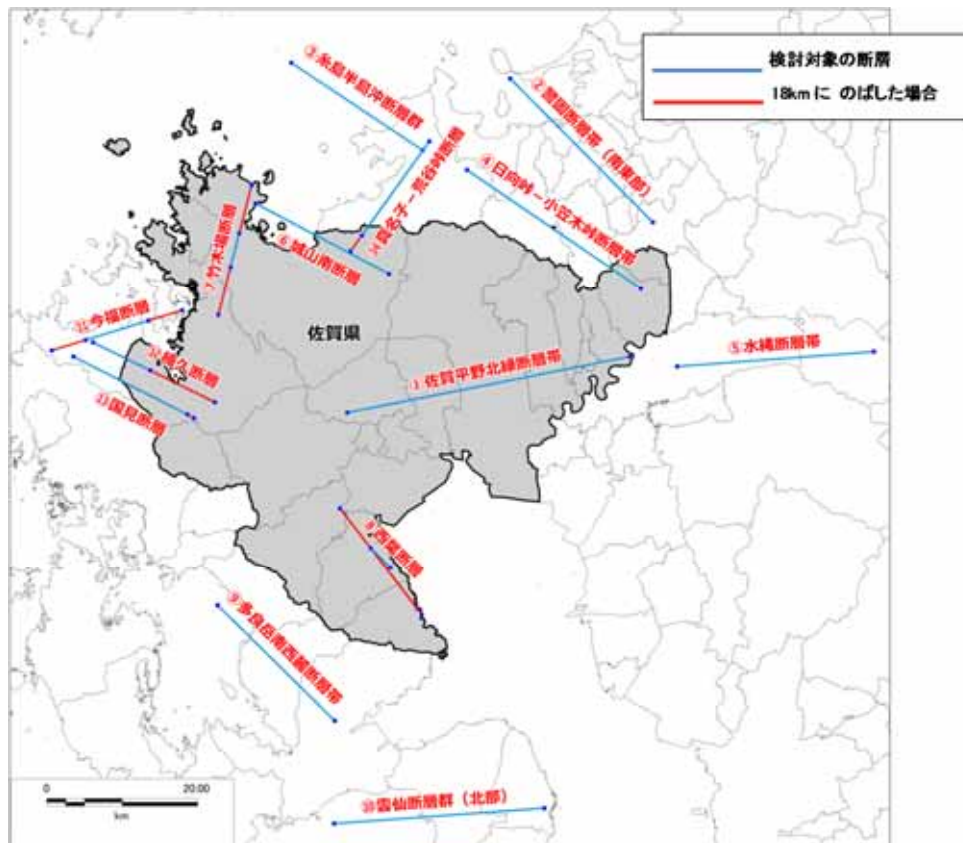


図1-2 「図1-1」に係るモデル化断層

7

表1-1 簡便法による地震動検討に用いる断層パラメータ

断層名	断層の長さ(km)		読取 (参考)	走向(°)	傾斜(°)	上端深さ (km)	幅 (km)	マグニチュード M	モーメント マグニチュード Mw	計算用 断層モデル 長さ	計算用 断層モデル 幅
	既往資料	検討上の長さ									
佐賀平野北縁断層帯	38	38	36.8	79	80S	3	17	7.5	6.9	38	18
警固断層帯(南東部)	27	27	27.6	135	90	3	15	7.2	6.7	28	16
糸島半島沖断層群	21.1	21.1	21	124	90	3	17	7.0	6.6	22	18
日向峠 - 小笠木峠断層帯	28	28	28	305	90	3	15	7.2	6.7	28	16
水纏断層帯	26	26	25.6	267	60N	3	15	7.2	6.9	26	16
城山南断層	19.5	19.5	19.3	118.6	90	3	17	7.0	6.5	20	18
竹木場断層	4.9	18	4.7	14.8	90	3	18	6.9	6.5	18	18
西葉断層	3.5	18	3.7	143	75SW	3	18	6.9	6.5	18	18
多良岳南西麓断層帯 (大村-諫早北西断層帯)	22	22		315	75NE	3	12.4	7.1	6.7	22	14
雲仙断層群(北部)	31	31		88	75S	3	12.4	7.3	6.9	32	14
今福断層	8.7	18	8.6	252	90	3	18	6.9	6.5	18	18
楠久断層	8.6	18	8.4	116	90	3	18	6.9	6.5	18	18
国見断層	17	18	17	117	90	3	18	6.9	6.5	18	18
真名子 - 荒谷峠断層	15.5	18	15.4	34	90	3	18	6.9	6.5	18	18

地表付近での断層の長さは短いですが、震源断層としては地下でさらに広がっている可能性が考えられる断層(, , ,)については、断層幅と同じ長さ(18 km程度)を有する震源断層として検討した。

1-2.簡便法による地震動予測計算

(1)地震動の予測計算方法

<簡便法による地震動の予測計算手法>

想定地震の断層パラメータより工学的基盤での地震動(最大速度)
を推定する距離減衰式(司・翠川,1999)

$$\log(PGV_b) = 0.58M_w + 0.0038D - 1.29 - \log(X + 0.0028 \cdot 10^{0.50M_w}) - 0.002X$$

PGV_b : S波速度 600 m/s の工学的基盤上の最大速度(cm/s)
 M_w : モーメントマグニチュード(気象庁マグニチュードとの関係を考慮)
 D : 断層の平均深度(km)
 X : 断層最短距離(km)

地表地震動の算定式

$$PGV = amp \cdot PGV_b$$

PGV_b : 工学的基盤上の最大速度

amp : 工学的基盤の最大速度に対する地表最大速度の増幅率

PGV : 地表最大速度

地表最大速度の増幅率は、
微地形区分を元に設定され
たAVS30(図1-2)から
算出した。

最大速度と震度の関係式

$$I = 2.002 + 2.603 \cdot \log(PGV) - 0.213 \cdot \{\log(PGV)\}^2 \quad (I \geq 4)$$

I : 計測震度

PGV : 地表最大速度

9

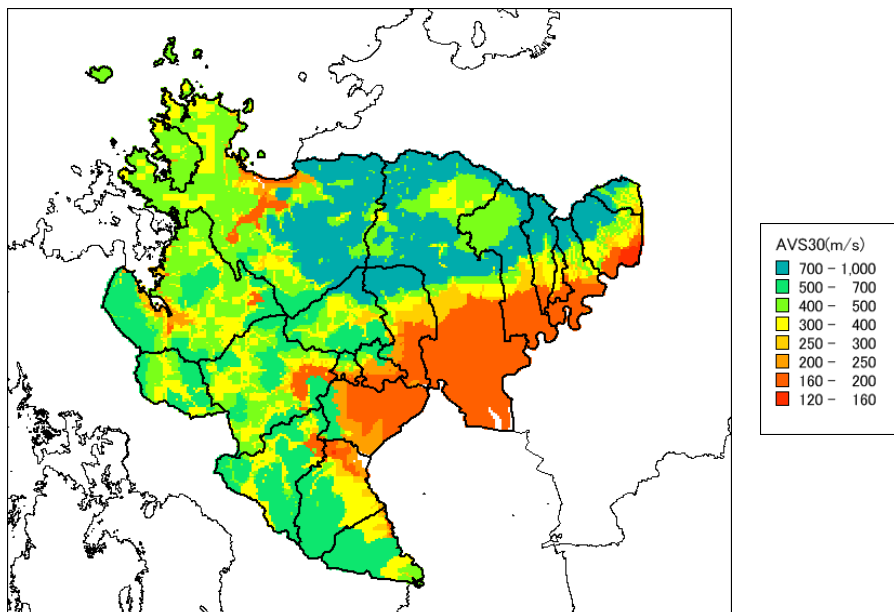


図1-2 微地形区分から設定したAVS30の分布

AVS30が小さいほど、地表での地震動増幅率が大きい。佐賀平野や唐津市、伊万里市の河川沿いの低地部は増幅率が大きい。

(2)簡便法による地震動の予測計算結果 (図1-3~図1-8、表1-2)

- ・断層直上や近傍で震度7となると予測される震源は、佐賀平野北縁断層帯、水縄断層帯および西葉断層。で震度7となる範囲はの震度7となる範囲におおむね包含される。
- ・震度6強以上の範囲を広い方から順に並べるとつぎのとおり。
佐賀平野北縁断層帯(386km²)、西葉断層(113km²)、水縄断層帯、日向峠-小笠木峠断層帯、城山南断層、竹木場断層、楠久断層
- ・佐賀平野北縁断層帯では、県の総面積の約20%に達する範囲で震度6強以上となり、断層近傍の10市町では、それぞれの市町の面積の30%以上が震度6強以上となる。
- ・、以外の断層では、断層が県内に延びている断層でも、最大で震度6強程度と予測され、範囲は断層近傍にほぼ限定される。
- ・県外に位置する断層では、警固断層帯(南東部)で県東部に震度6強~6弱が、多良岳南西麓断層帯で県南西部に震度6弱が予測されるが、県内への影響はごく限定的である。

11

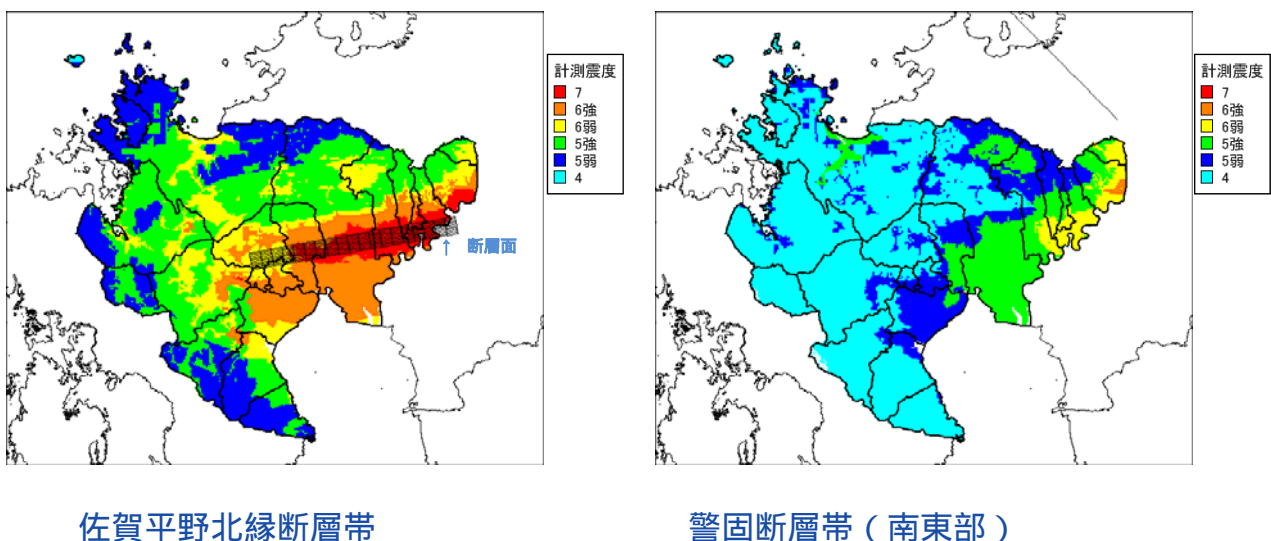
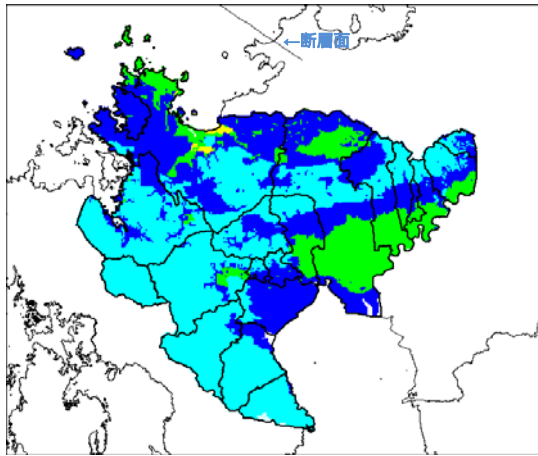
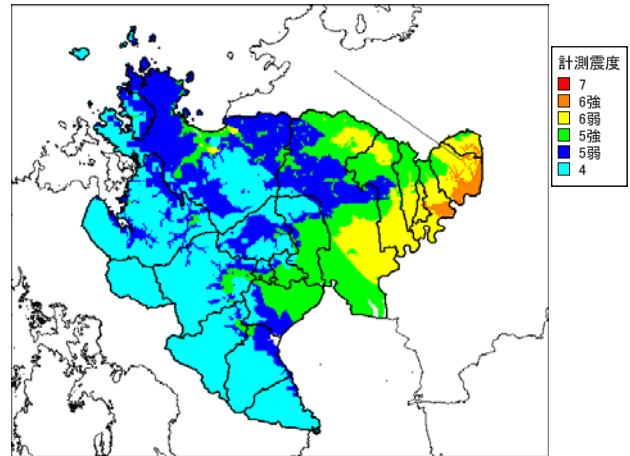


図1-3 簡便法による震度分布(1)

12

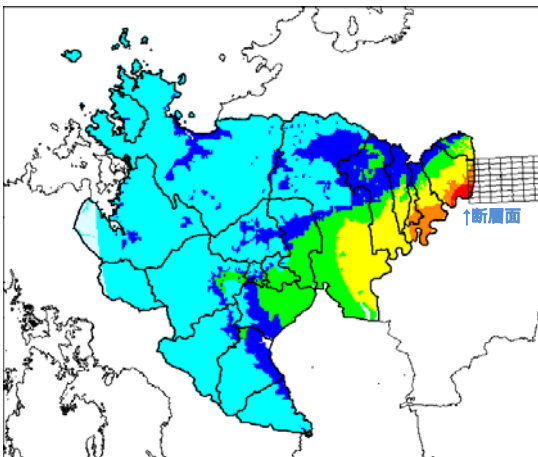


糸島半島沖断層群

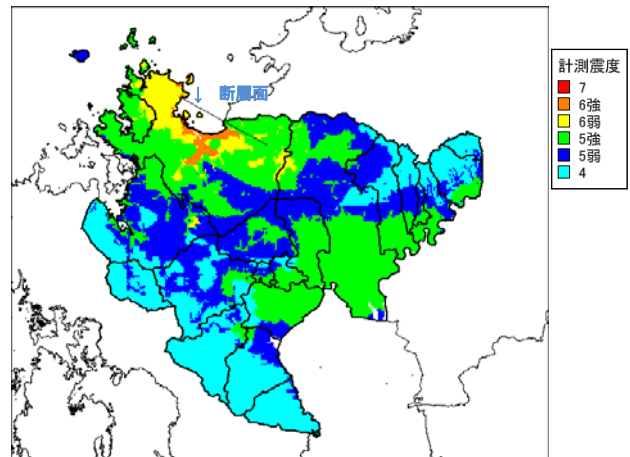


日向峠 小笠木峠断層帯

図1-4 簡便法による震度分布(2)

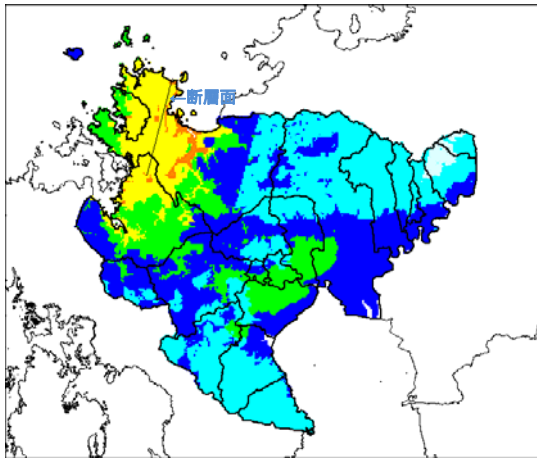


水縄断層帯

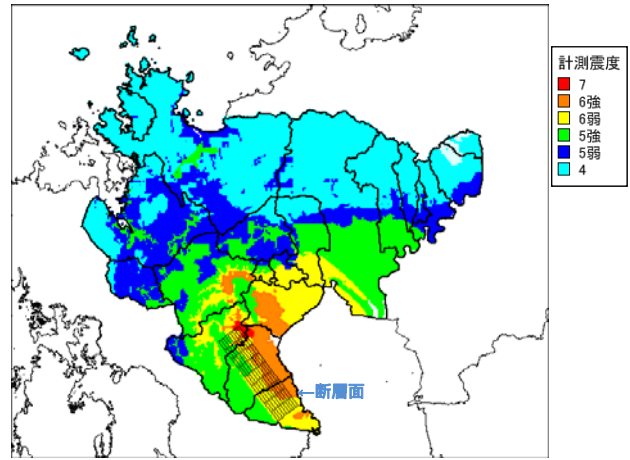


城山南断層

図1-5 簡便法による震度分布(3)

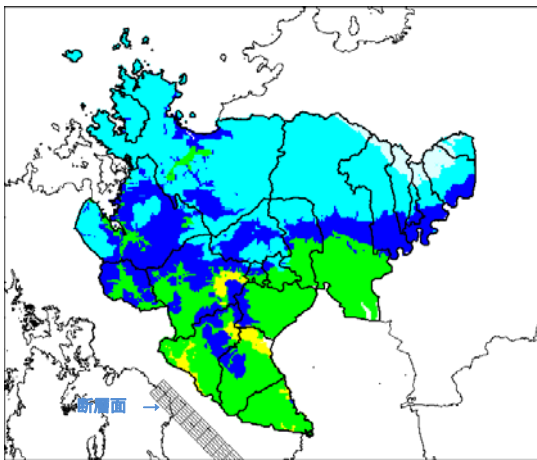


竹木場断層

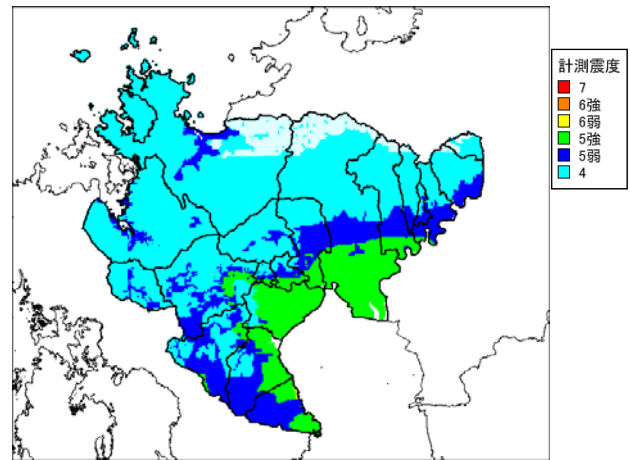


西葉断層

図1-6 簡便法による震度分布(4)

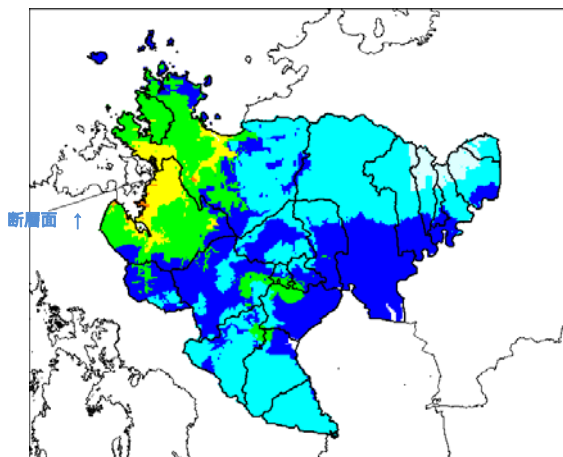


多良岳南西麓断層帯

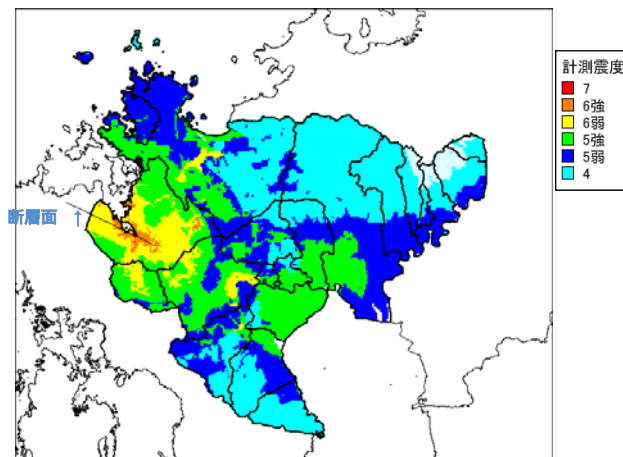


雲仙断層群(北部)

図1-7 簡便法による震度分布(5)

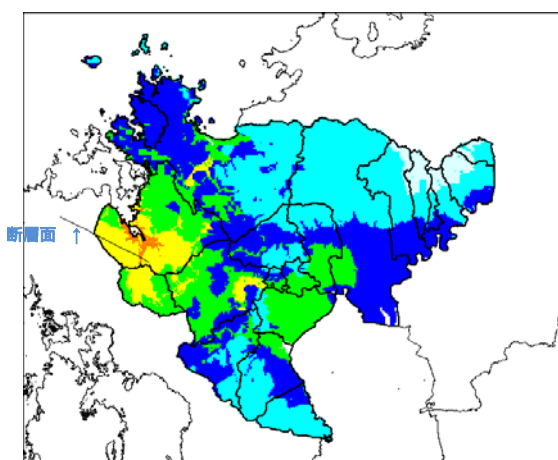


今福断層

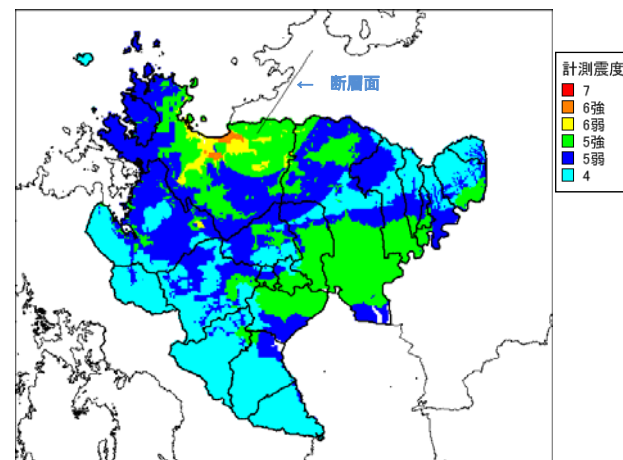


楠久断層

図1-8 簡便法による震度分布(6)



国見断層



真名子 荒谷峠断層

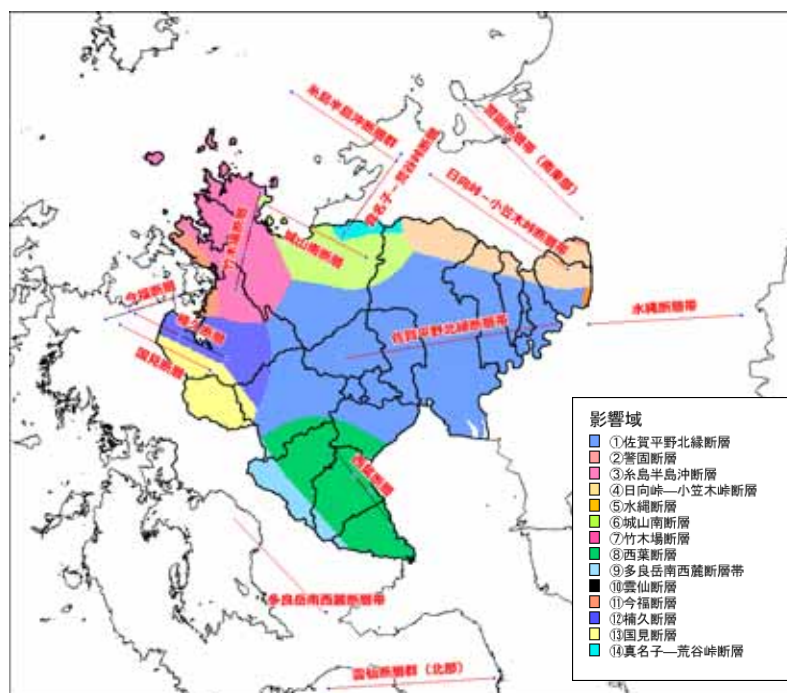
図1-8 簡便法による震度分布(7)

表1-2 各断層による震度6強以上の揺れが予想される範囲の面積

断層名	断層の長さ(km)		マグニチュード M	モーメント マグニチュード Mw	県内での最大計測震度	面積(km ²)	
	既往資料	検討上の長さ				震度7	震度6強
佐賀平野北縁断層帯	38	38	7.5	6.9	6.69	144.3	386.2
警固断層帯(南東部)	27	28	7.2	6.7	6.09	0	5.7
糸島半島冲断層群	21.1	22	7.0	6.6	5.72	0	0
日向峠-小笠木峠断層帯	28	28	7.2	6.7	6.46	0	38.8
水縄断層帯	26	26	7.2	6.9	6.61	7.4	40.5
城山南断層	19.5	20	7.0	6.5	6.40	0	29.2
竹木場断層	4.9	18	6.9	6.4	6.37	0	28.6
西葉断層	3.5	18	6.9	6.4	6.53	6.5	112.9
多良岳南西麓断層帯 (大村-諫早北西断層帯)	22	22	7.1	6.7	5.88	0	0
雲仙断層群(北部)	31	32	7.3	6.9	5.64	0	0
今福断層	8.7	18	6.9	6.5	6.34	0	5.2
楠久断層	8.6	18	6.9	6.5	6.48	0	22.8
国見断層	17	18	6.9	6.5	6.49	0	16.5
真名子-荒谷峠断層	15.5	18	6.9	6.5	6.27	0	9.4

1-3. 想定断層の影響範囲の評価

(1) 地震動



佐賀平野北縁断層の影響範囲が県の中央部に広がる。

図1-9 簡便法の震度による断層の影響区分

(2)強い揺れが予想される地域の曝露人口

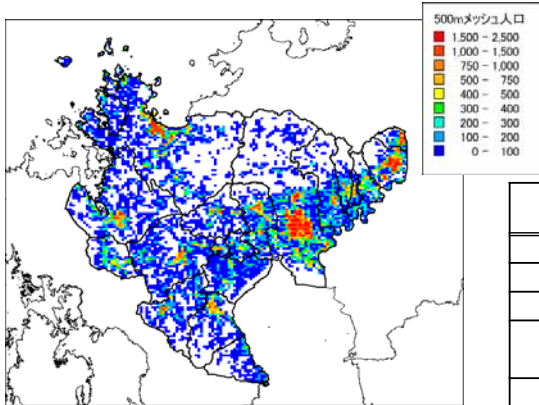


図1-10 500mメッシュ人口分布
(H22年国勢調査データ)

表1-3 対象断層(地震)別の曝露人口

断層名	震度7	震度6強	震度6強以上	影響度順位
佐賀平野北縁断層帯	156,632	274,820	431,451	1
警固断層帯(南東部)	0	4,917	4,917	9
糸島半島沖断層帯	0	0	0	
日向峠-小笠木峠断層帯	0	37,792	37,792	4
水縄断層帯	1,887	27,658	29,546	5
城山南断層帯	0	40,228	40,228	3
竹木場断層	0	38,232	38,232	4
西葉断層	4,694	44,305	48,999	2
多良岳南西麓断層帯	0	0	0	
雲仙断層群	0	0	0	
今福断層	0	2,799	2,799	10
楠久断層	0	22,153	22,153	6
国見断層	0	17,476	17,476	7
真名子 荒谷峠断層	0	6,674	6,674	8

震度6強以上の曝露人口も佐賀平野北縁断層帯が圧倒的に多い。

各震度領域の曝露人口を示す(単位:人)、影響度の順位は、震度6強以上の曝露人口の多い順。曝露人口は、今後の検討のための目安として人口、地震動のモデル計算で求めた推定値である。

21

1-4. 詳細検討を行う断層の選定

県東部～中央部: **佐賀平野北縁断層帯** で評価する。

水縄断層については、地震本部の評価で、近い将来の固有規模の地震発生の可能性がほぼゼロとされていることから対象外とする。

県北東部: **日向峠-小笠木峠断層帯** で評価する。

糸島半島沖断層群との連動も考慮する。

県北部: **城山南断層** で評価する。

竹木場断層の影響するが、元々地表付近での長さの評価がごく短い(4.9 km)のものであったものを、18kmで評価しており、地震動評価のためのパラメータ設定に不確実性が含まれる。また、震度6強以上の曝露人口はのほがが多い。以上の点を考慮して、は詳細法による検討対象からは除外する。

県西部: **楠久断層(18 kmに設定)** で評価する。

国見断層も影響するが、伊万里市付近への影響はどちらか一方で評価できる。曝露人口は、のほがが多い(2.2万人)

県南西部: **西葉断層(18 kmに設定)** で評価する。

県南西部については、地震本部で評価対象としている県外の断層の影響が限定的であるので、評価がオーソライズされている断層で被害想定を行うことが難しい。そこで、元々地表付近での長さの評価がごく短い(3.5 km)ものではあるが、確実度とされている西葉断層について、断層長さをより長く評価し直した設定で評価する。

2. 地震動検討に用いる地盤モデル

2-1. 深部地盤モデルの作成

地震調査研究推進本部による全国一次構造モデル（図2-1）をもとに地震観測波形のR/Vスペクトルを用いて地盤モデルを修正する。

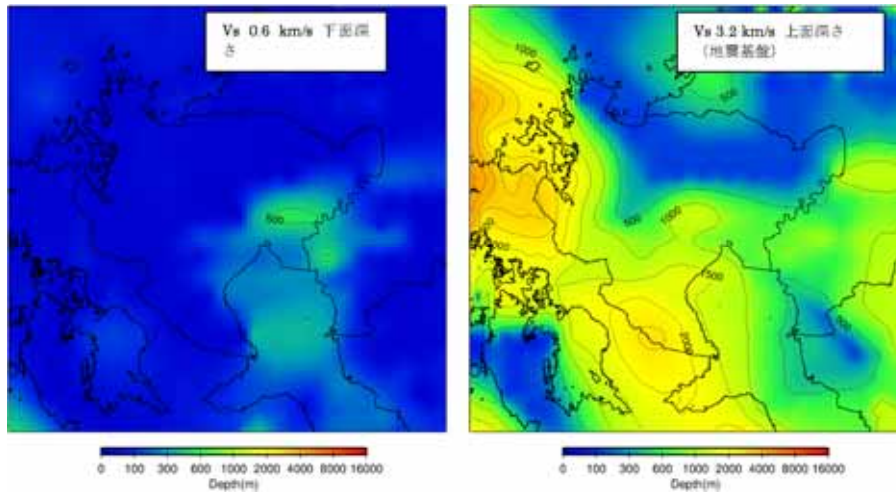


図2-1 全国1次モデルによる速度層上面の深度分布
代表的な速度層についてのみ示す。

23

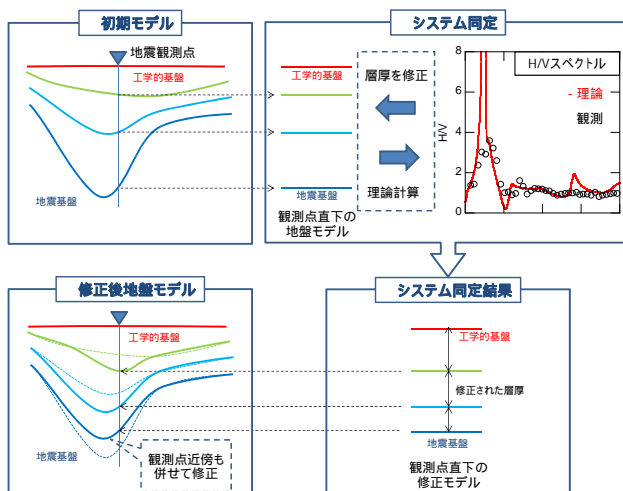
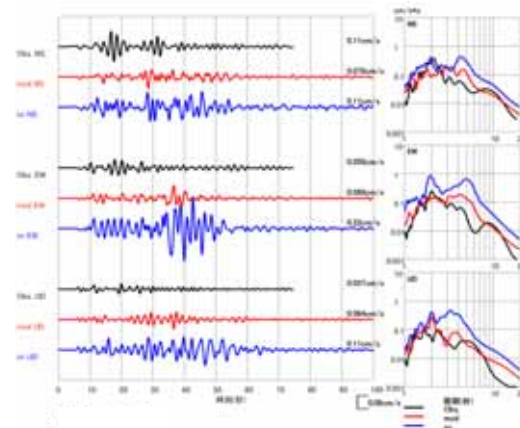


図2-2
深部地盤モデルの修正方法の概念図



黒：観測波形
青：修正前のモデルでの再現計算結果
赤：R/Vスペクトルを用いて修正した後のモデルでの再現計算結果

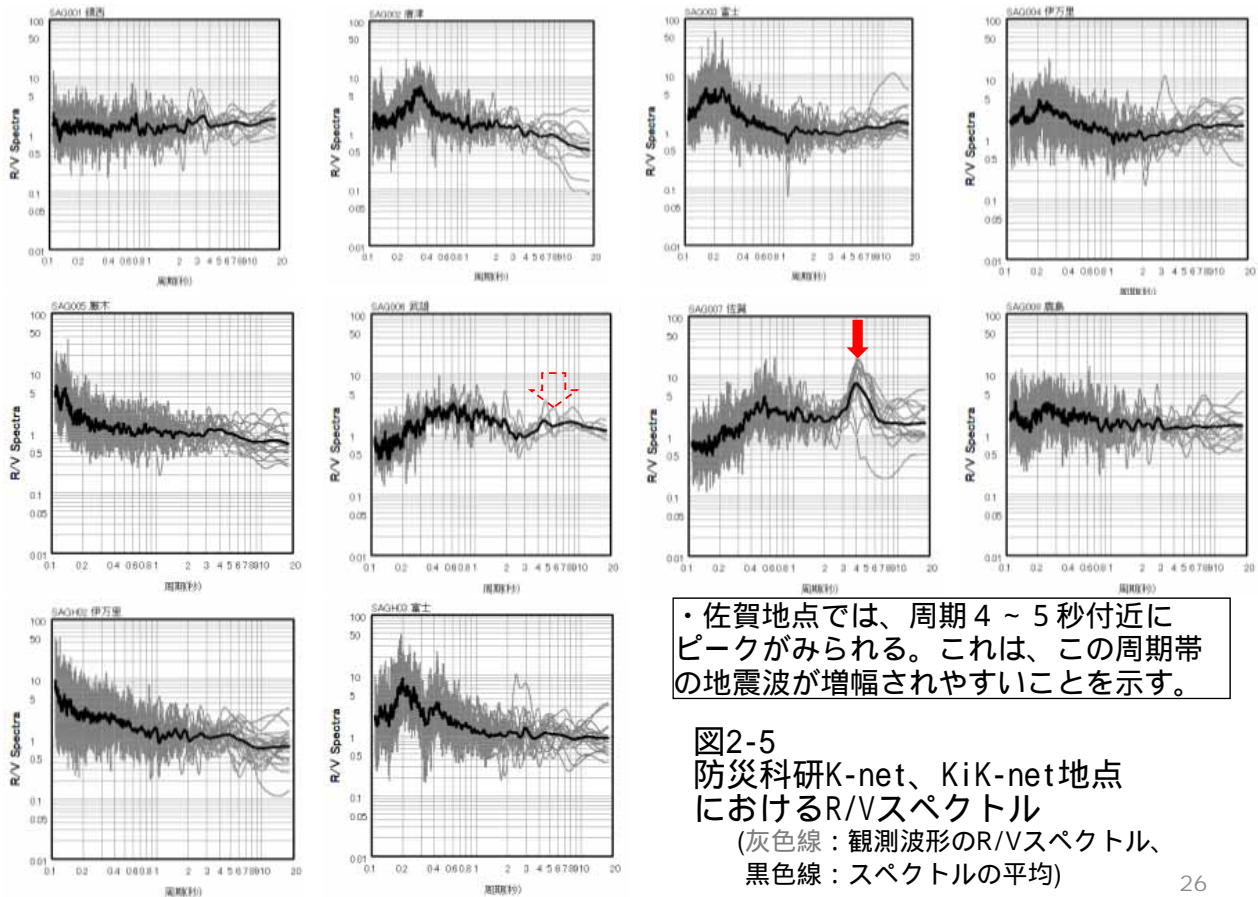
図2-3
深部地盤構造モデルを観測波形のR/Vスペクトルを用いてチューニングした場合の観測波形の再現例

24



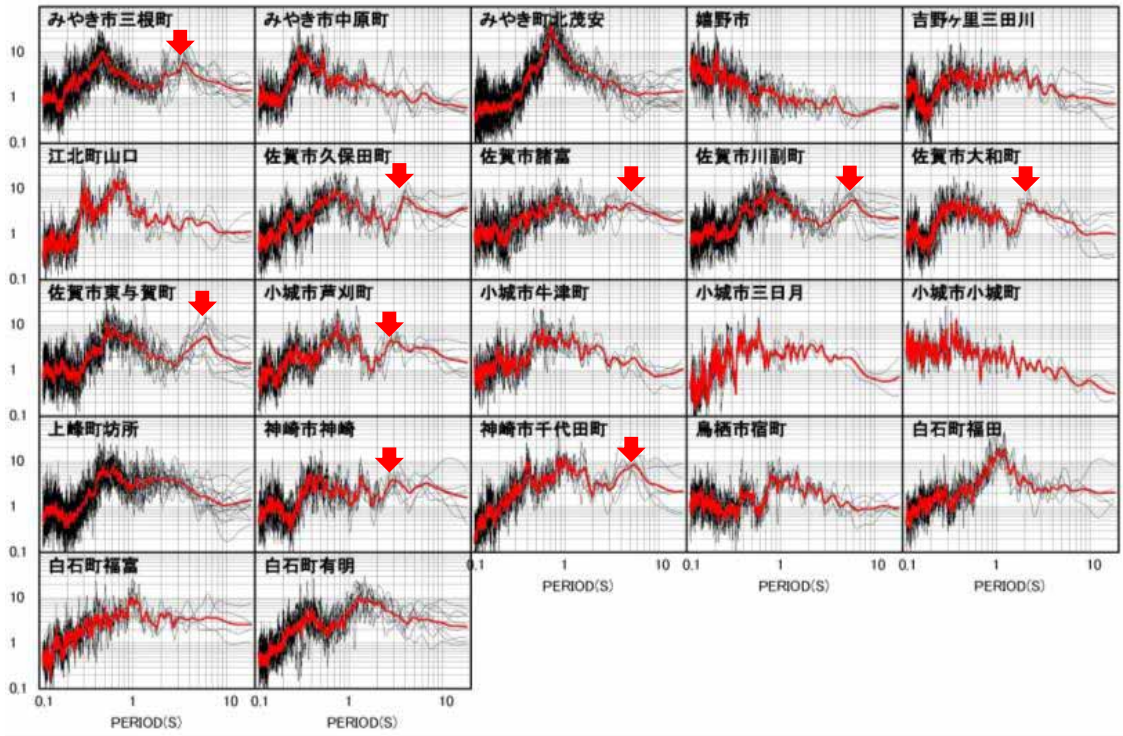
・防災科研、気象庁のほか、佐賀県の地震観測地点のデータも用いて解析する。

図2-4 佐賀県内の地震観測地点の配置



・佐賀地点では、周期4～5秒付近にピークがみられる。これは、この周期帯の地震波が増幅されやすいことを示す。

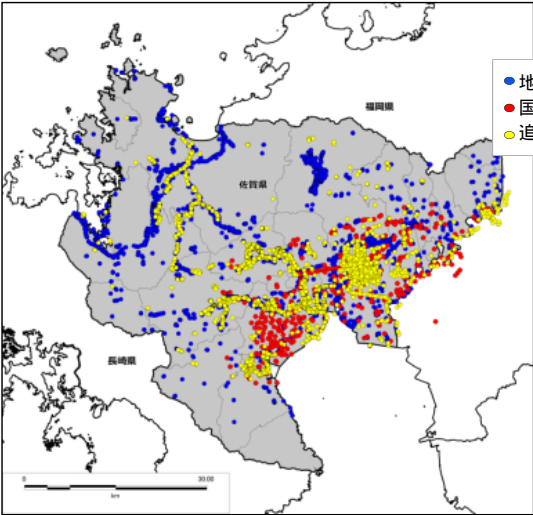
図2-5 防災科研K-net、KiK-net地点におけるR/Vスペクトル (灰色線：観測波形のR/Vスペクトル、黒色線：スペクトルの平均)



佐賀地点と同様の周期 4 ~ 5 秒付近のピークが、佐賀平野に位置する他の観測地点でもみられる。

図2-6 佐賀県の地震計ネットワーク地点におけるR/Vスペクトル
(黒色線：観測波形のR/Vスペクトル、赤色線：スペクトルの平均)

2-2. 浅部地盤モデルの作成



ボーリングデータを収集してそれぞれ地層区分を行い、地質学的に地層の連続性を検討して、各地層の分布を3次的にモデル化する。

図2-7 ボーリングデータ位置図
(11/30現在の収集地点)

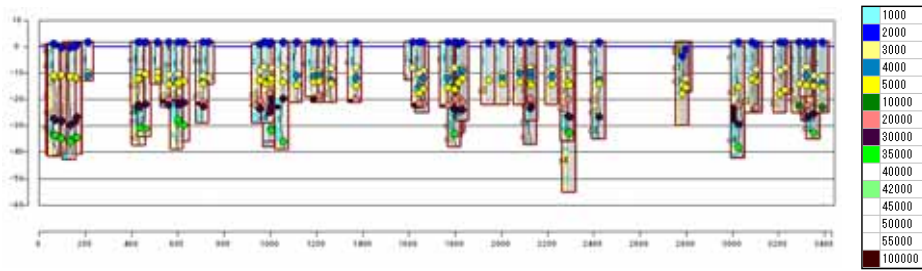


図2-8 佐賀平野における地層区分の例 同じ地層境界を同じ色で示す。

3. 今後の業務工程（予定）

項目 数量・単位	平成26年				平成27年				平成28年				平成29年						
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
委員会対応	事前打合				(委員との協議・随時)				(委員との協議・随時)										
計画・準備	■																		
自然条件データの収集、整理	■																		
地盤モデルの構築 (深部セグ・浅部セグ)	■																		
地震動の予測					■		■		■										
液化化危険度の予測 斜土崩壊危険度の予測					■		■		■										
社会条件データの収集、整理					■		■		■										
被害想定手法の検討・整理	■																		
被害想定									■										
報告書作成									■				■						