

柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に 取得された地震観測データの分析に関する補足説明（その2）

平成20年6月17日
東京電力株式会社



東京電力

本日のご説明内容

- (1) 2次元不整形地盤モデルによる地震応答解析の補足説明
- (2) 1号機および5号機における原子炉建屋基礎版上の地震観測記録の違いに関する補足説明

(1) 2次元不整形地盤モデルによる地震応答解析の補足説明

褶曲構造の影響に関する感度解析

褶曲構造を有する地盤モデルを用いて感度解析を行い、褶曲構造が増幅特性に及ぼす影響を検討する

第3アスペリティの入射角および方位角を考慮したS波入射による伝達関数を比較

下記のケースにおいて比較

モデル-A

地質調査に基づく地盤モデル（前回WGでご説明したモデル）

モデル-B

椎谷層上面のみ褶曲構造がある場合の地盤モデル

モデル-C

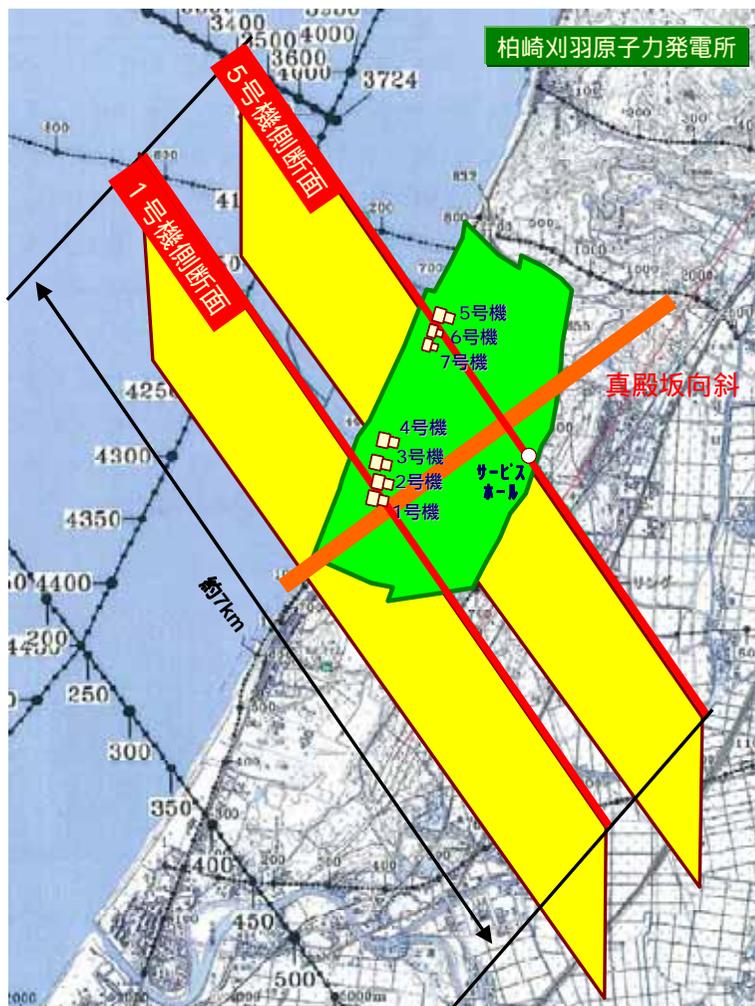
上部寺泊層上面のみ褶曲構造がある場合の地盤モデル

モデル-D

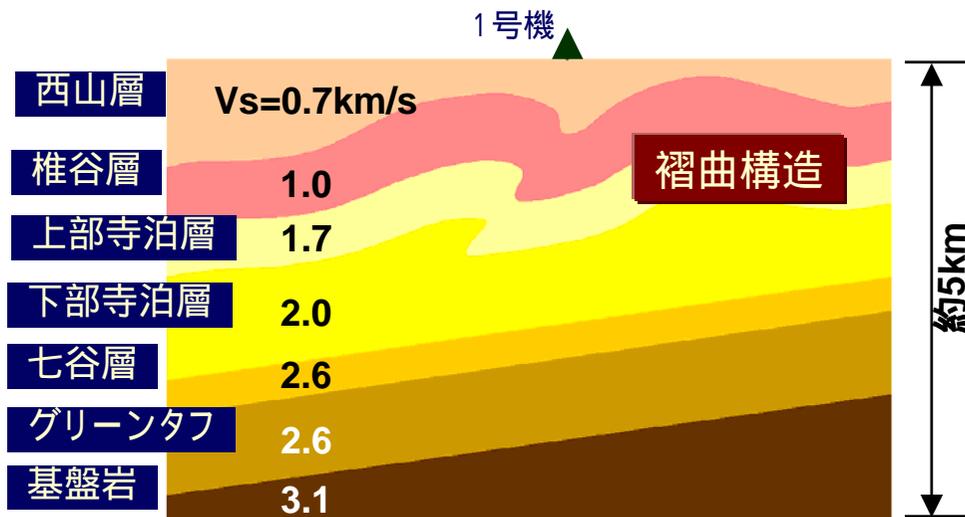
椎谷層上面及び上部寺泊層上面に褶曲構造がある場合の地盤モデル

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 2次元不整形地盤モデル

地質調査に基づく地盤モデル



地盤モデルのイメージ図

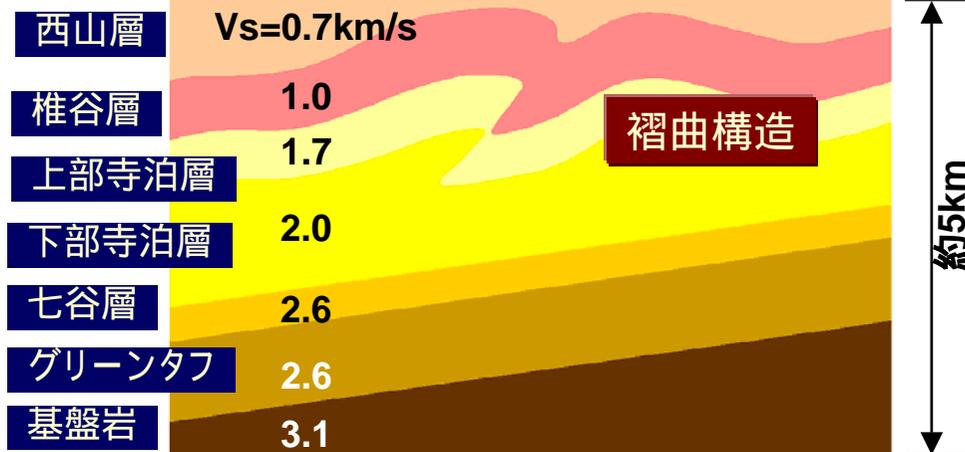


1号機断面

約7km

5号機

サービスホール



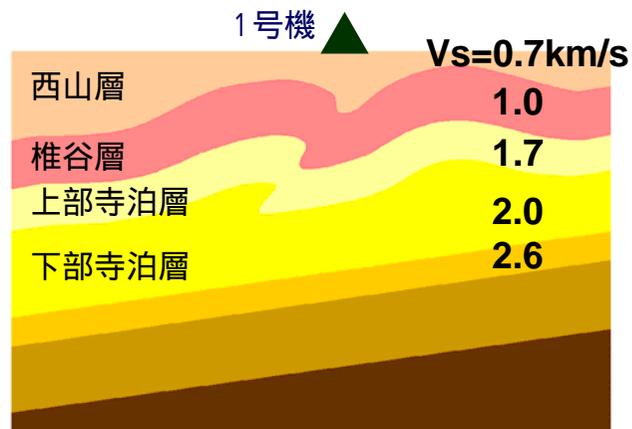
5号機断面

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 検討方法

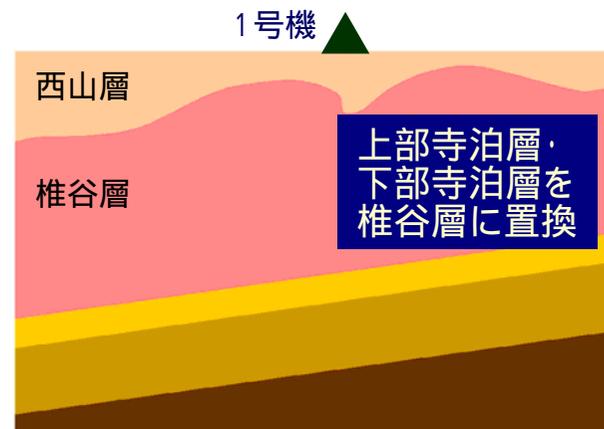
4種類の地盤モデルの伝達関数を比較し、影響のある褶曲面を推定

1号機側断面

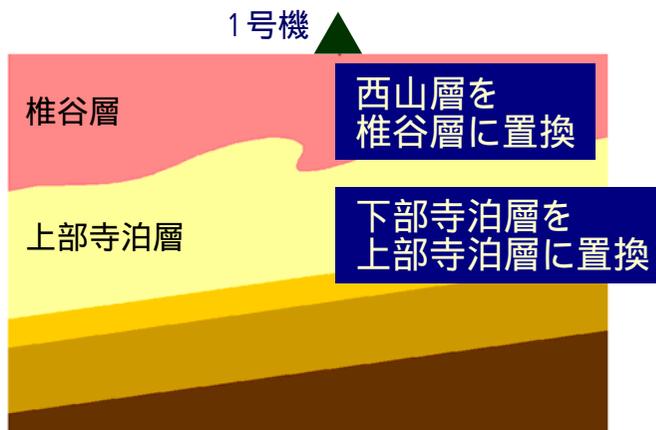
モデル-A: 前回WGモデル



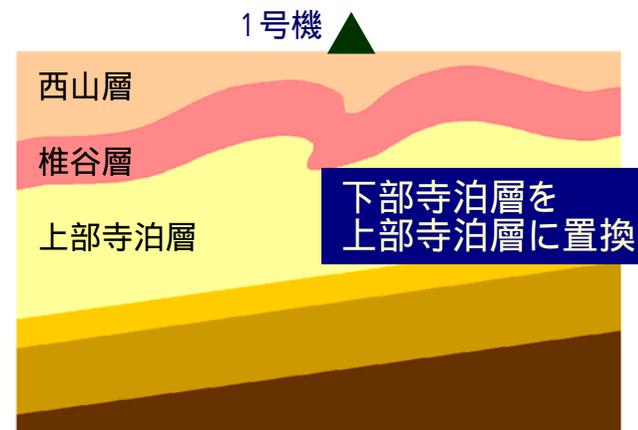
モデル-B: 椎谷層上面のみ
褶曲面考慮



モデル-C: 上部寺泊層上面のみ
褶曲面考慮



モデル-D: 椎谷層上面と上部寺泊層
上面に褶曲面考慮

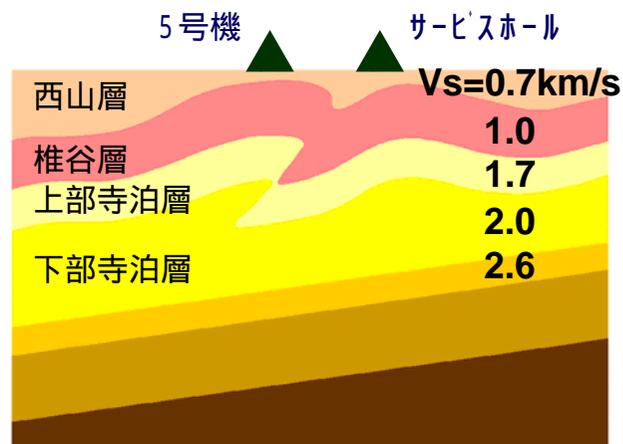


褶曲構造の影響に関する感度解析 - 検討方法

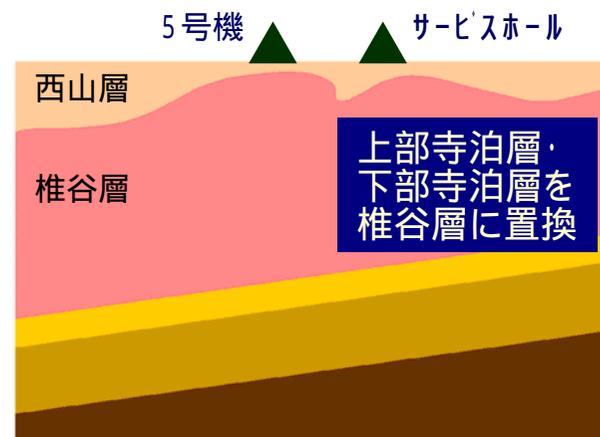
4種類の地盤モデルの伝達関数を比較し、影響のある褶曲面を推定

5号機側断面

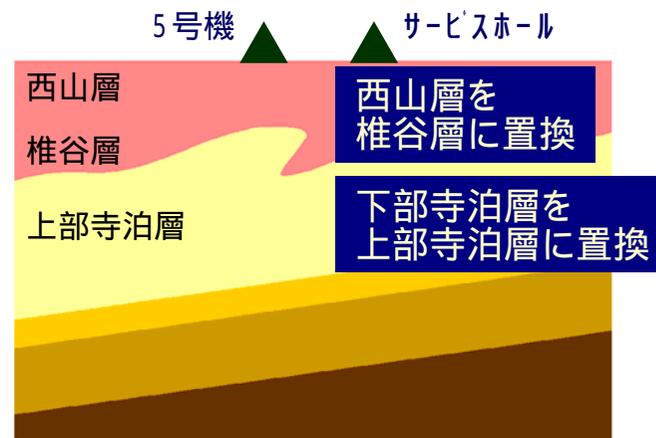
モデル-A: 前回WGモデル



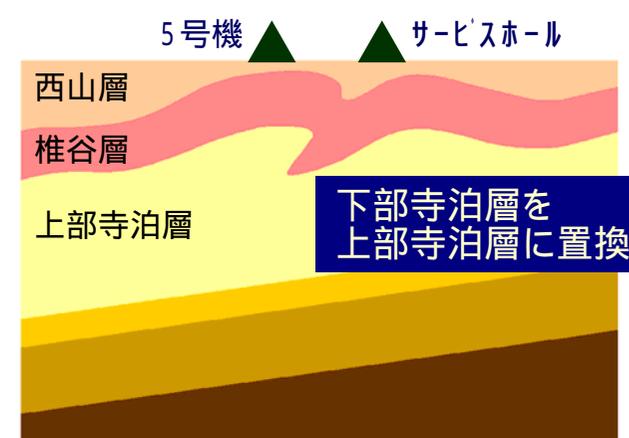
モデル-B: 椎谷層上面のみ
褶曲面考慮



モデル-C: 上部寺泊層上面のみ
褶曲面考慮

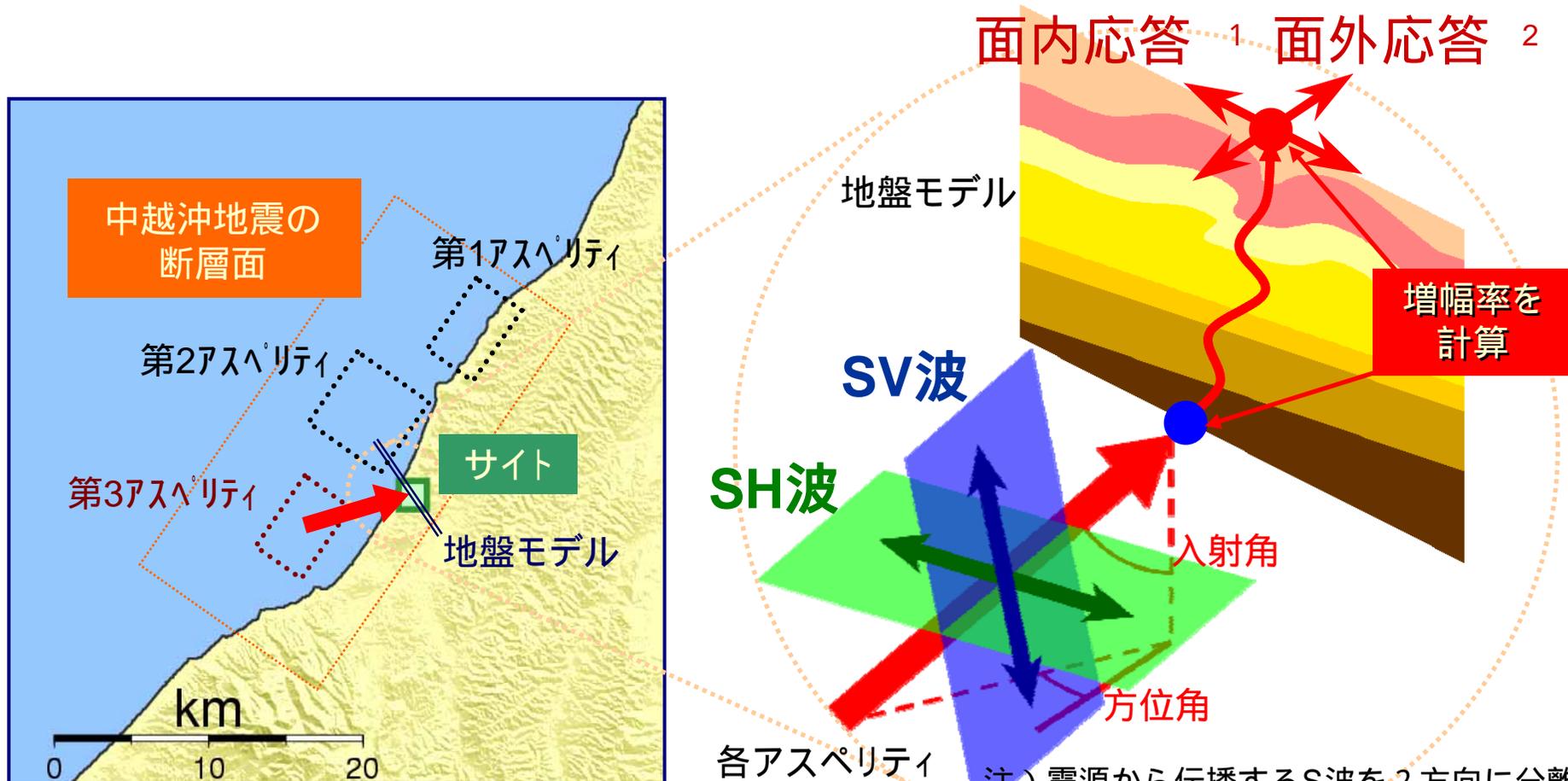


モデル-D: 椎谷層上面と上部寺泊層
上面に褶曲面考慮



褶曲構造の影響に関する感度解析 - 入射角・方位角

感度解析に用いる入力地震動の入射角・方位角について
中越沖地震の第3アスペリティ位置から到来する地震波を用いる

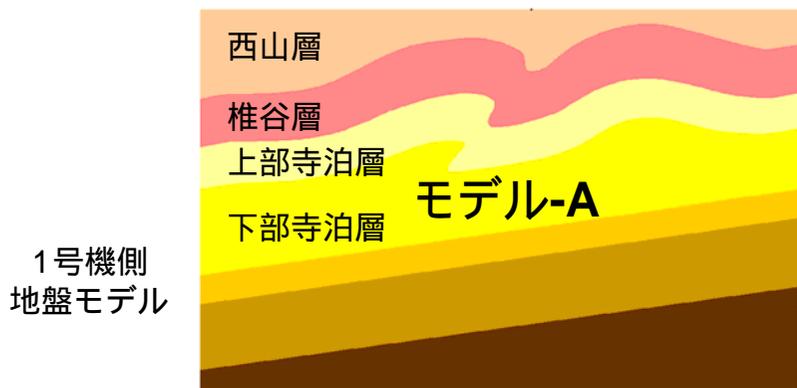
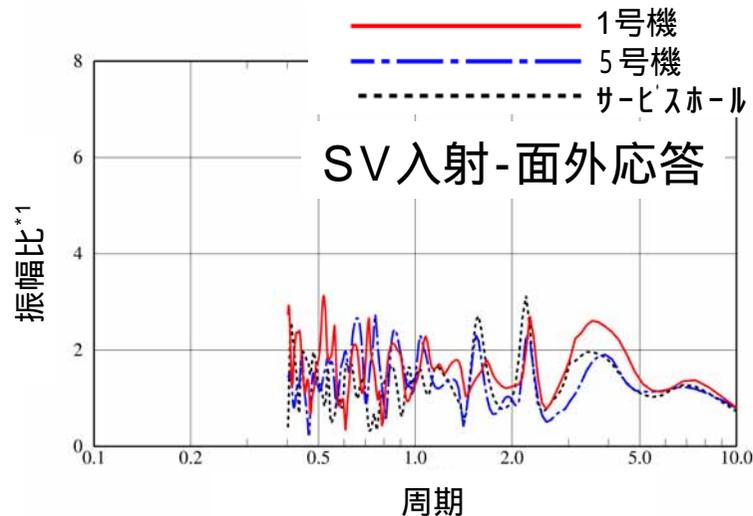
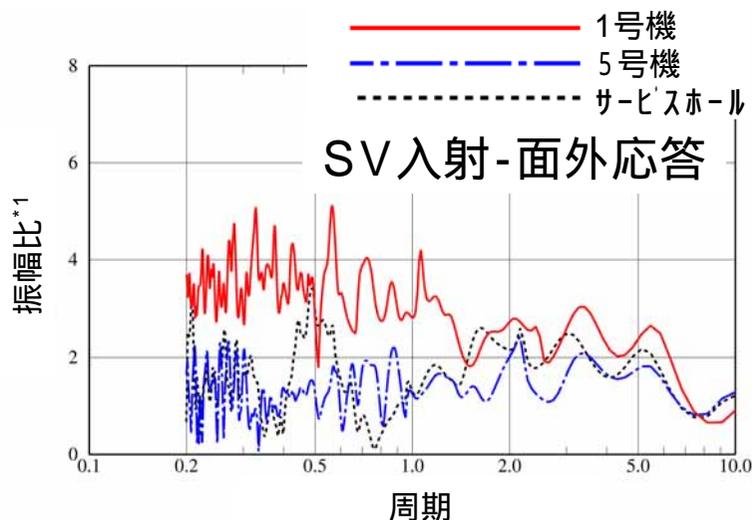


注) アスペリティの位置は当社検討モデルによる

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 伝達関数(1)

第3アスペリティ方向からのSV波入射

(入射角：45°、方位角：15°)



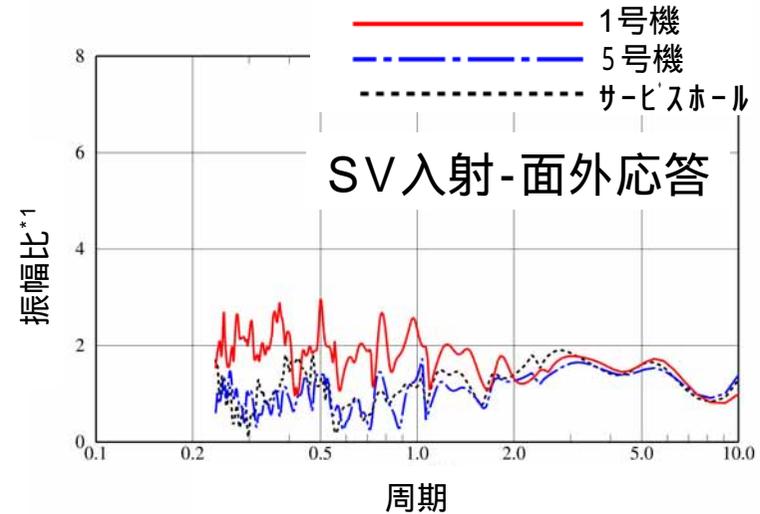
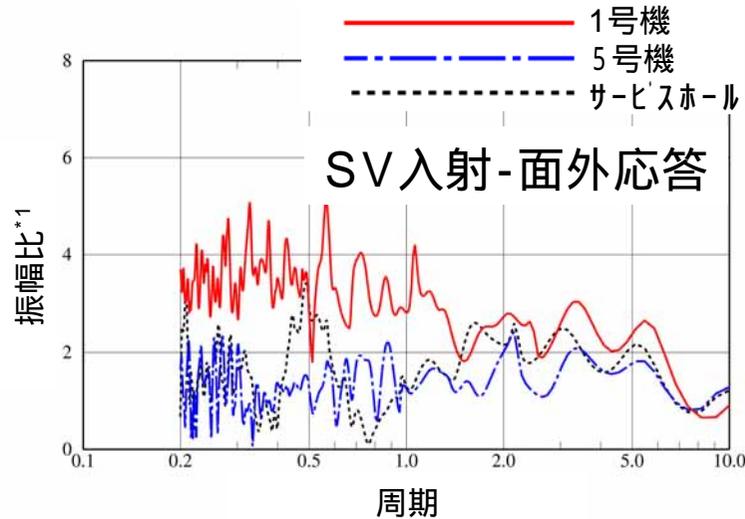
褶曲面が椎谷層上面のみの場合，1号機と5号機で大きな差は見られない

*1 振幅比：地盤モデルの上端 / 地盤モデルの下端

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 伝達関数(1)

第3アスペリティ方向からのSV波入射

(入射角：45°、方位角：15°)



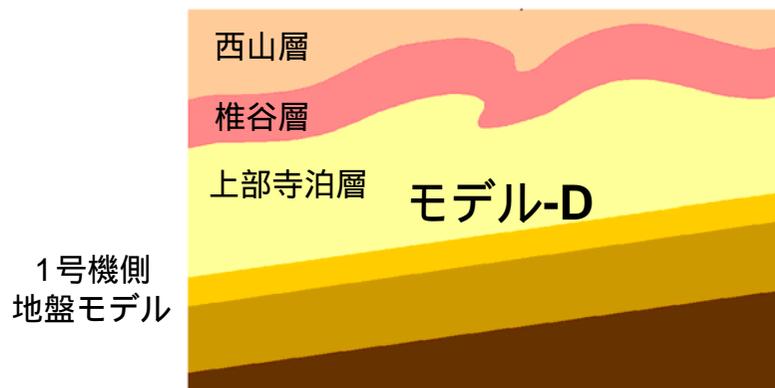
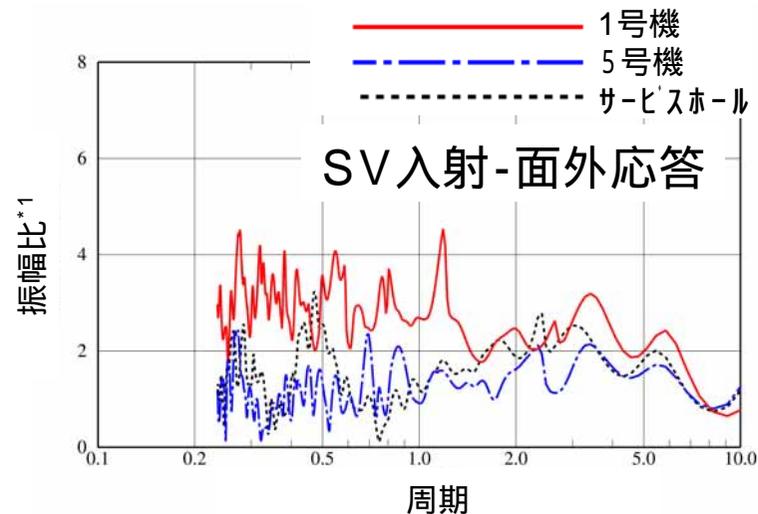
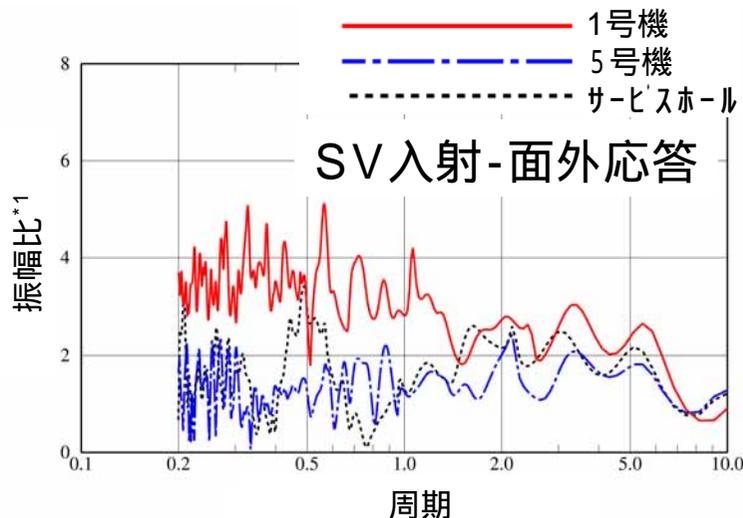
褶曲面が上部寺泊層上面のみの場合，号機間の差は生じるがモデル-Aほど明確ではない。

*1 振幅比：地盤モデルの上端 / 地盤モデルの下端

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 伝達関数(1)

第3アスペリティ方向からのSV波入射

(入射角：45°、方位角：15°)



褶曲面が椎谷層及び上部寺泊層上面の2面の場合，モデル-Aと同程度の差が生じる

*1 振幅比：地盤モデルの上端 / 地盤モデルの下端

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 地盤増幅の分布(1)

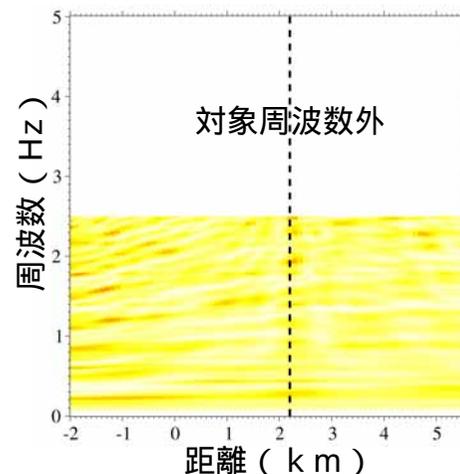
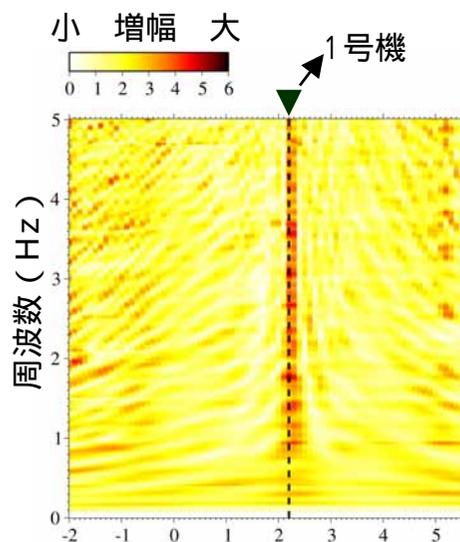
第3アスペリティSV波入射時の 1号機側断面
 地盤増幅の空間分布
 (SV入射-面外応答)



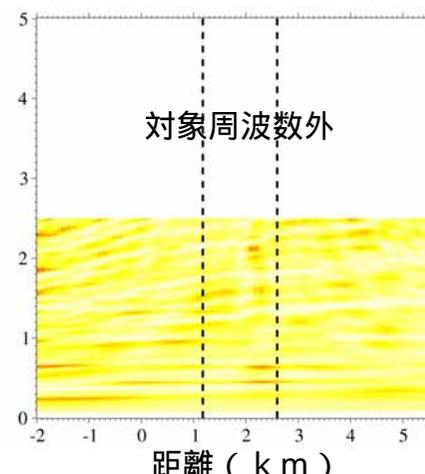
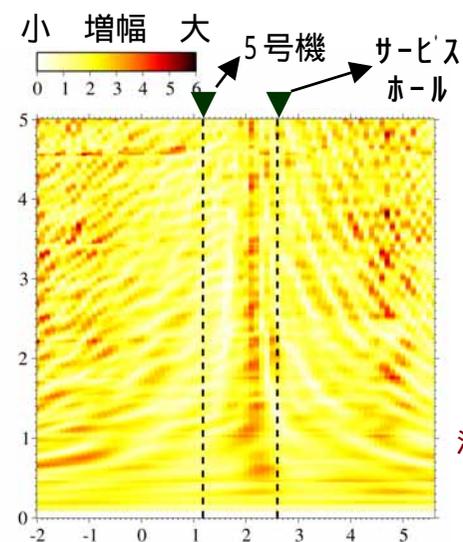
1号機側地盤モデル



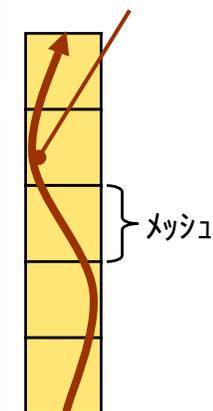
1号機側地盤モデル



5号機側断面



波長 = $V_s \times$ 周期

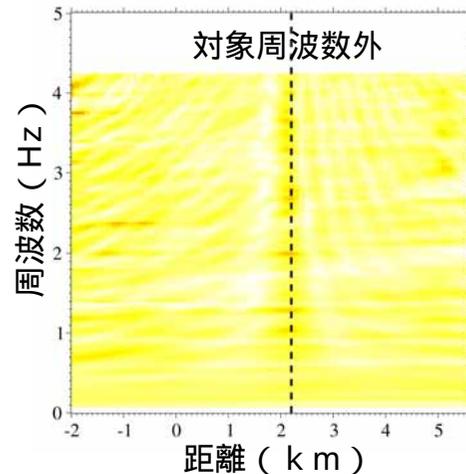
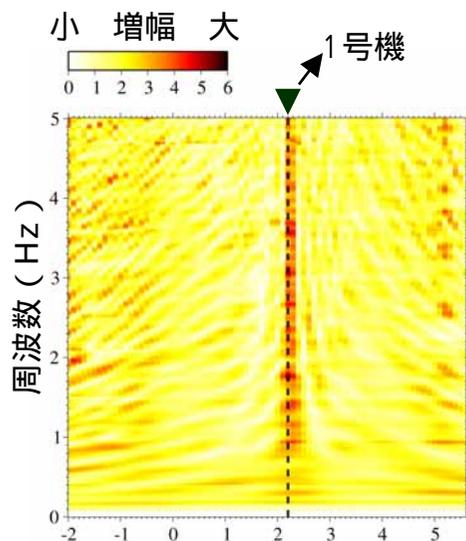
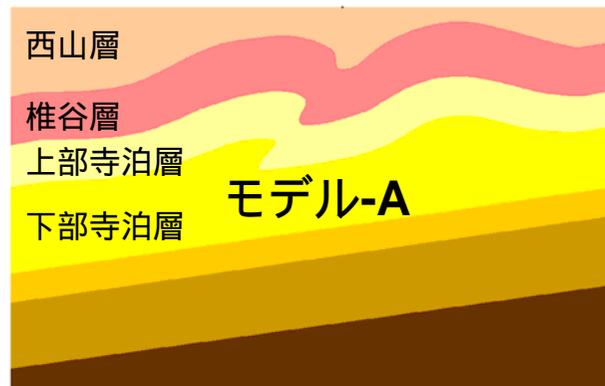


対象周波数は
 1波長中の
 メッシュ数を基準に
 設定

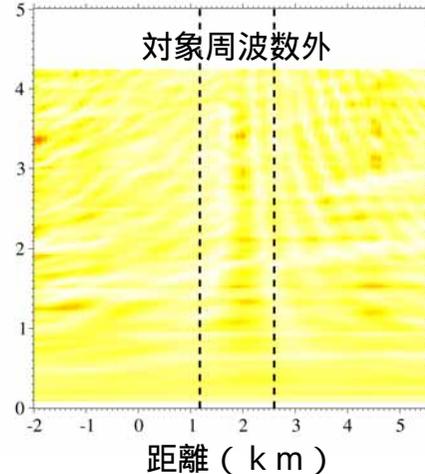
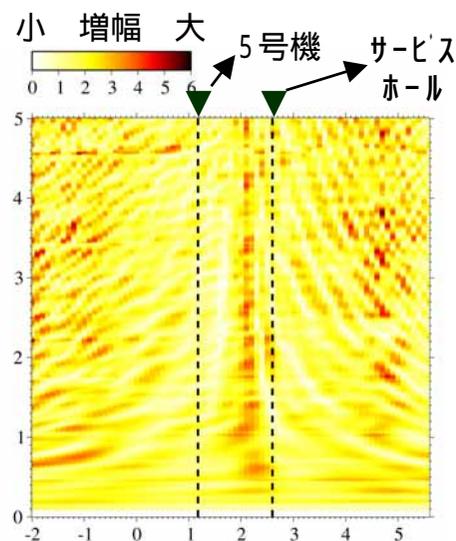
褶曲面が椎谷層上面のみの場合，増幅の縞はあまり明確ではない

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 地盤増幅の分布(1)

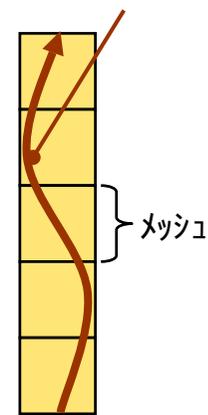
第3アスペリティSV波入射時の1号機側断面
地盤増幅の空間分布
(SV入射-面外応答)



5号機側断面



波長 = $V_s \times$ 周期



対象周波数は
1波長中の
メッシュ数を基準に
設定

褶曲面が上部寺泊層上面のみの場合，増幅の縞はモデル-Aほど明確にはならない。

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 地盤増幅の分布(1)

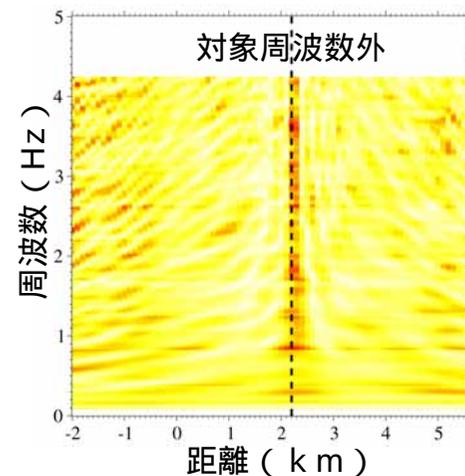
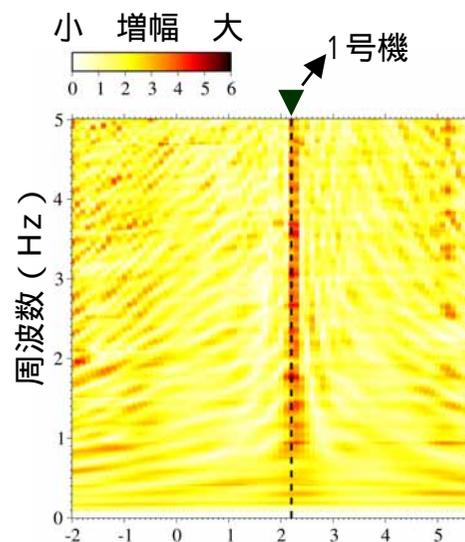
第3アスペリティSV波入射時の 1号機側断面
地盤増幅の空間分布
(SV入射-面外応答)



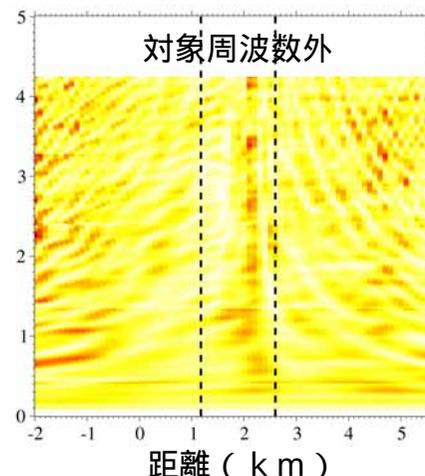
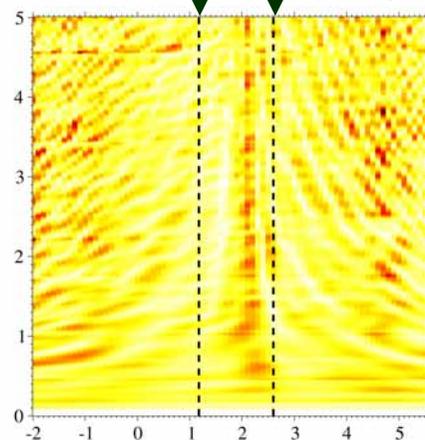
1号機側地盤モデル



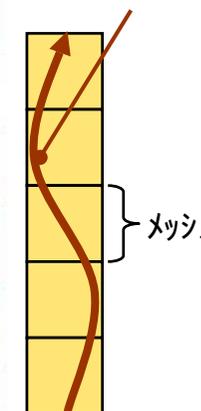
1号機側地盤モデル



5号機側断面
小 増幅 大
0 1 2 3 4 5 6
5号機 サービスホール



波長 = $V_s \times$ 周期



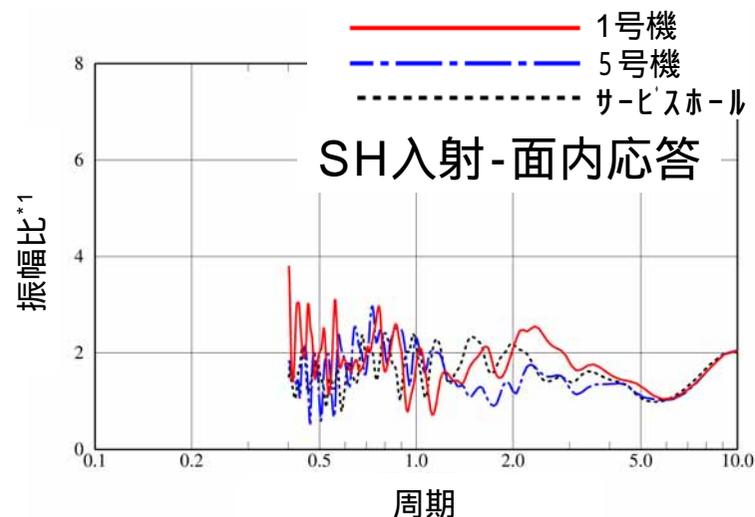
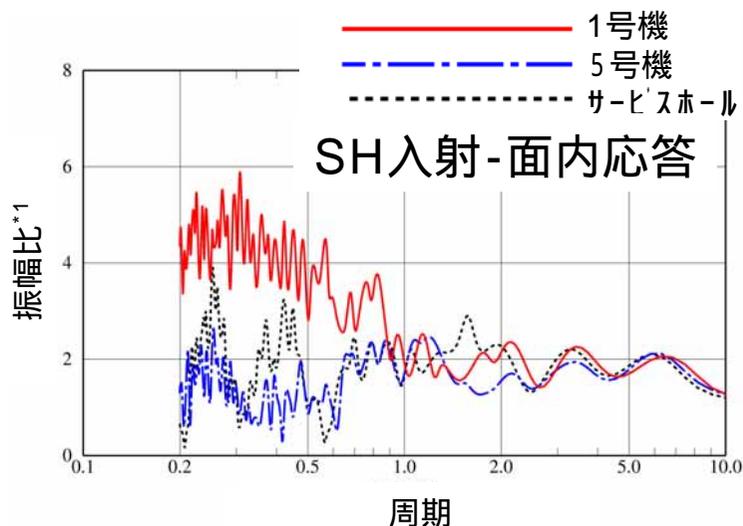
対象周波数は
1波長中の
メッシュ数を基準に
設定

褶曲面が椎谷層及び上部寺泊層上面の2面の場合，モデル-Aと同様の増幅の縞が生じる

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 伝達関数(2)

第3 アスペリティ方向からのSH波入射

(入射角：45°、方位角：15°)



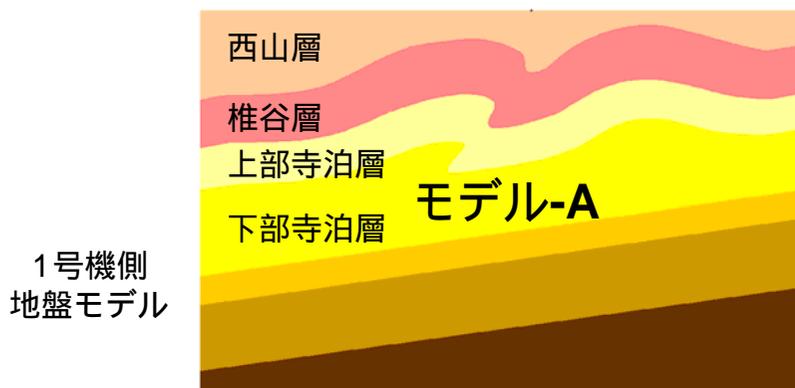
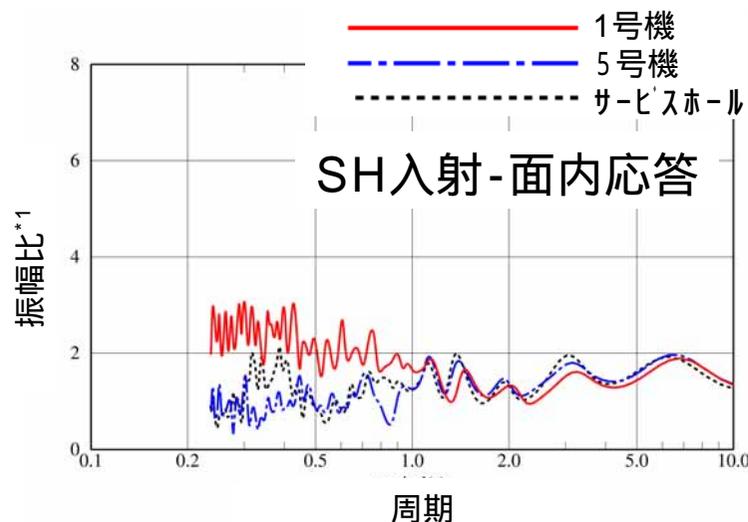
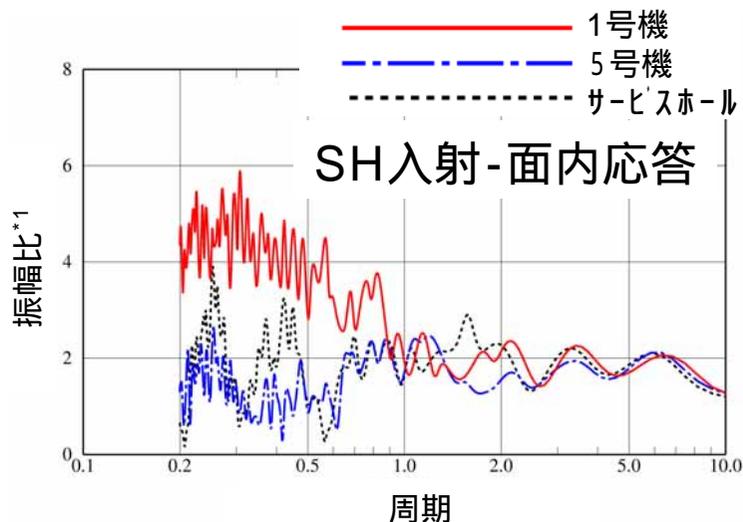
褶曲面が椎谷層上面のみの場合，1号機と5号機で大きな差は見られない

*1 振幅比：地盤モデルの上端 / 地盤モデルの下端

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 伝達関数(2)

第3アスペリティ方向からのSH波入射

(入射角：45°、方位角：15°)



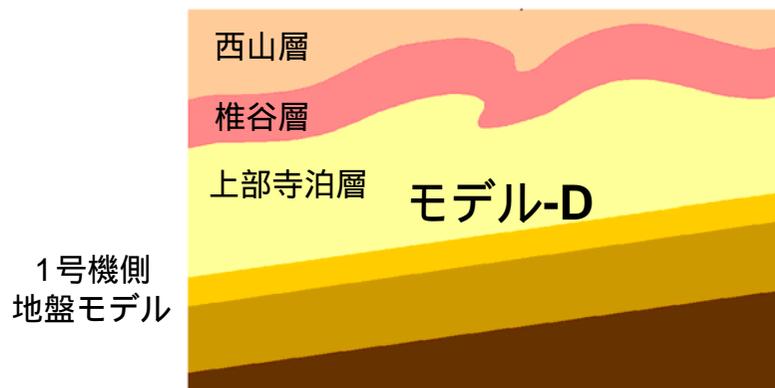
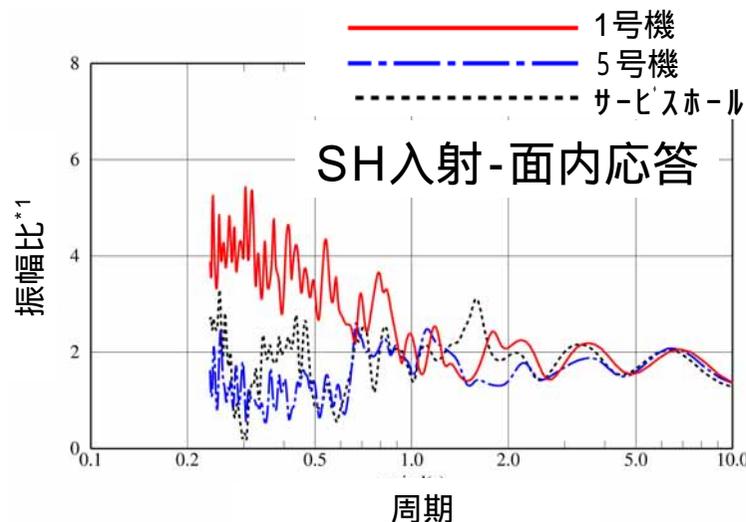
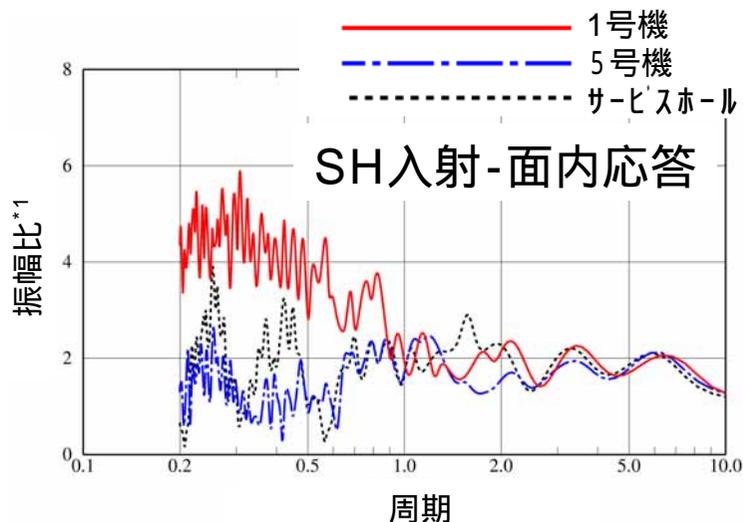
褶曲面が上部寺泊層上面のみの場合、号機間の差は生じるがモデル-Aほど明確ではない。

*1 振幅比：地盤モデルの上端 / 地盤モデルの下端

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 伝達関数(2)

第3アスペリティ方向からのSH波入射

(入射角：45°、方位角：15°)

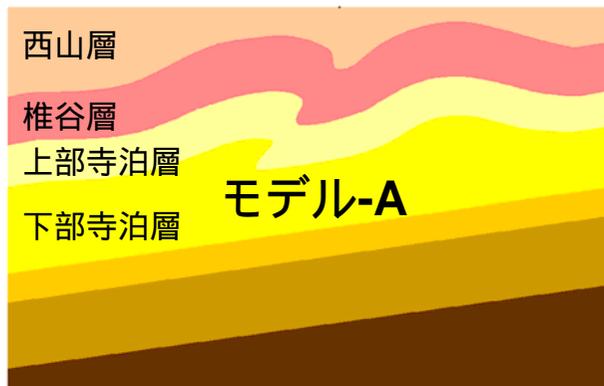


褶曲面が椎谷層及び上部寺泊層上面の2面の場合，モデル-Aと同程度の差が生じる

*1 振幅比：地盤モデルの上端 / 地盤モデルの下端

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 地盤増幅の分布(2)

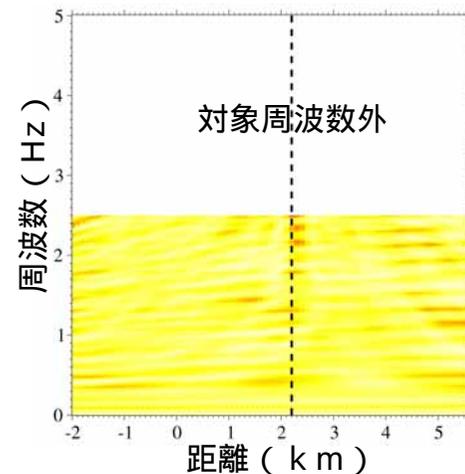
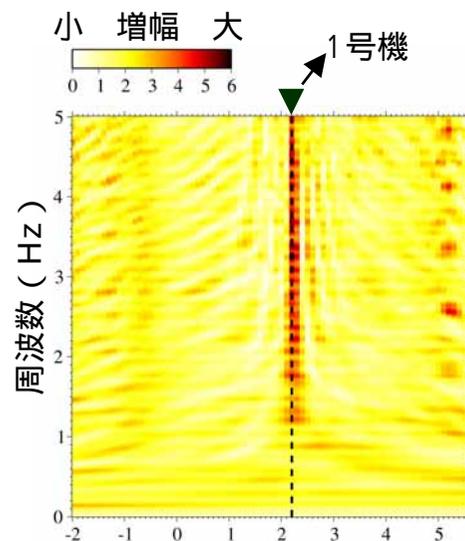
第3アスペリティSH波入射時の 1号機側断面
 地盤増幅の空間分布
 (SH入射-面内応答)



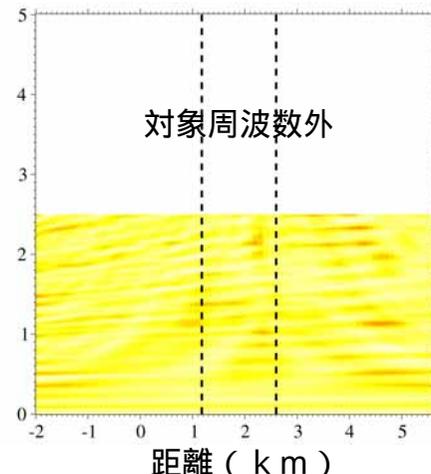
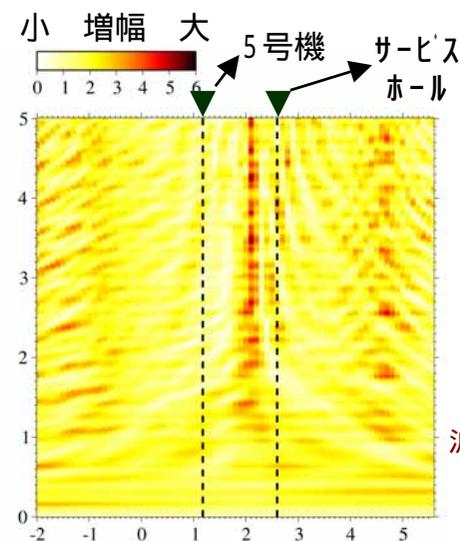
1号機側地盤モデル



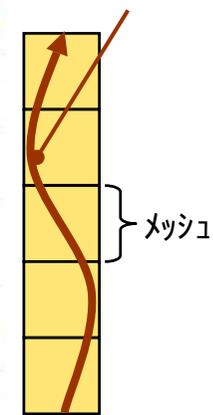
1号機側地盤モデル



5号機側断面



波長 = $V_s \times$ 周期

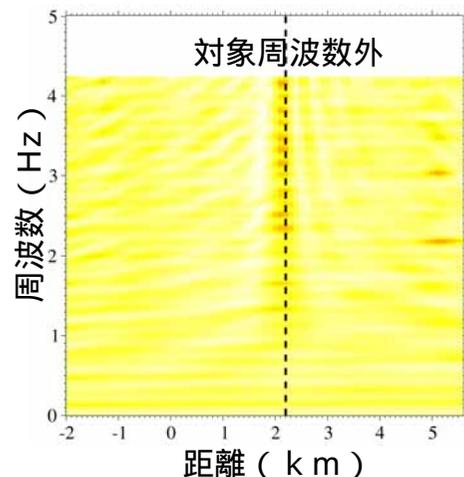
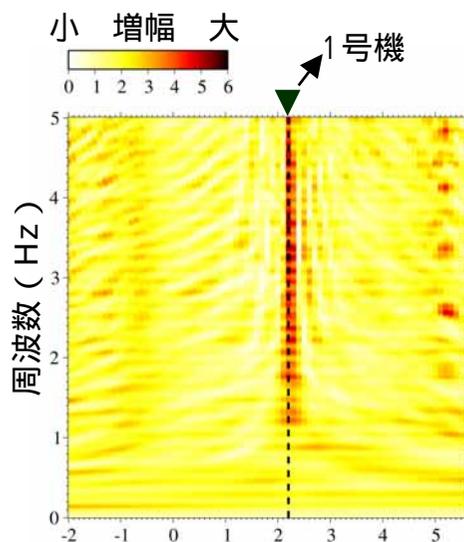


対象周波数は
1波長中の
メッシュ数を基準に
設定

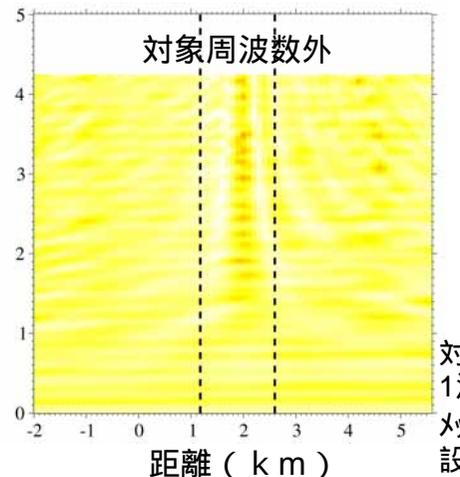
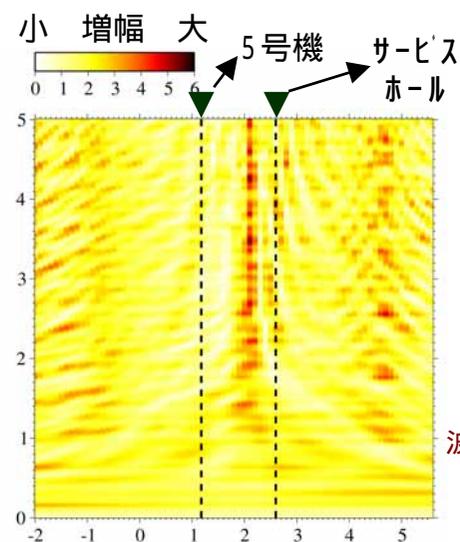
褶曲面が椎谷層上面のみの場合、増幅の縞はあまり明確ではない

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 地盤増幅の分布(2)

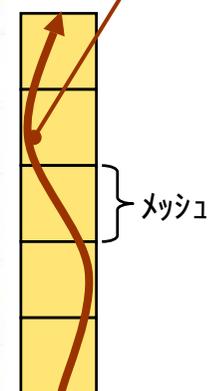
第3アスペリティSH波入射時の 1号機側断面
地盤増幅の空間分布
(SH入射-面内応答)



5号機側断面



波長 = $V_s \times$ 周期

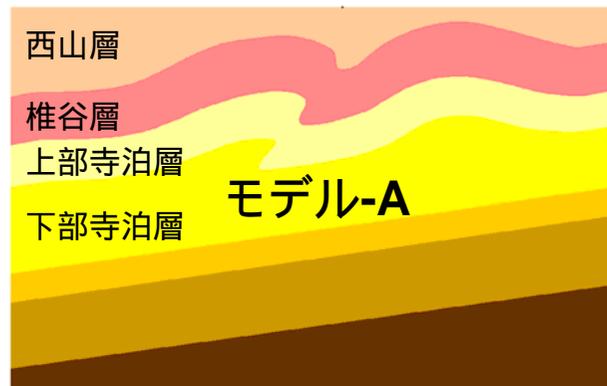


対象周波数は
1波長中の
メッシュ数を基準に
設定

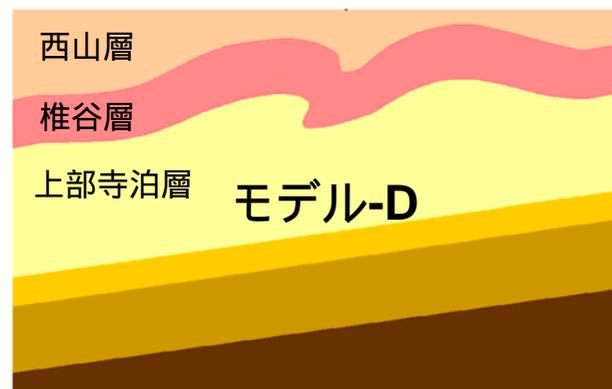
褶曲面が上部寺泊層上面のみの場合，増幅の縞はモデル-Aほど明確にはならない。

褶曲構造の影響に関する感度解析 - 地盤増幅の分布(2)

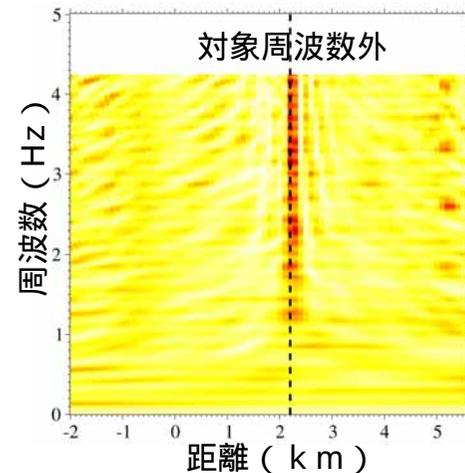
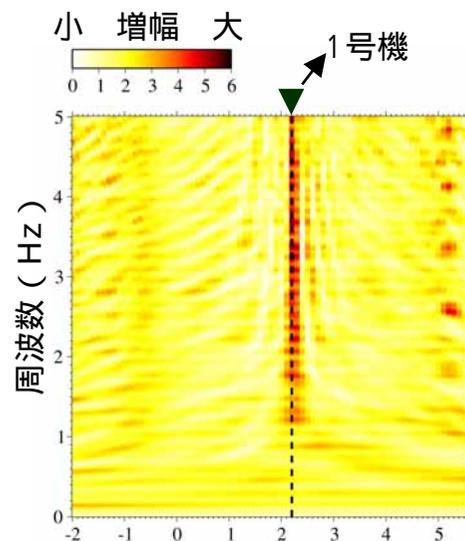
第3アスペリティSH波入射時の 1号機側断面
 地盤増幅の空間分布
 (SH入射-面内応答)



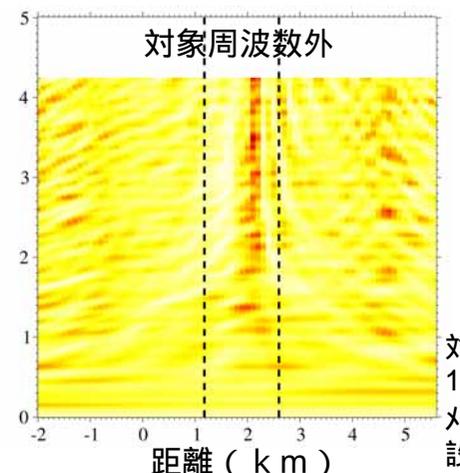
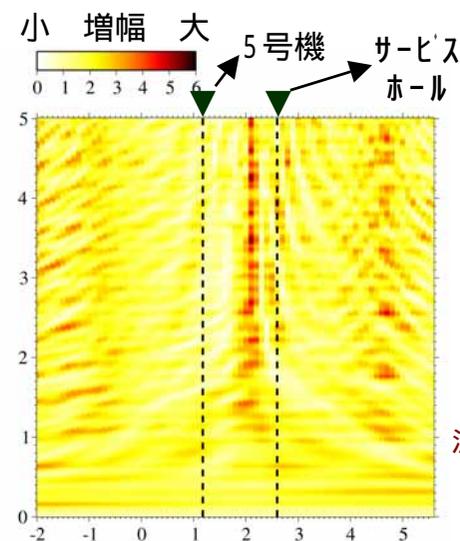
1号機側地盤モデル



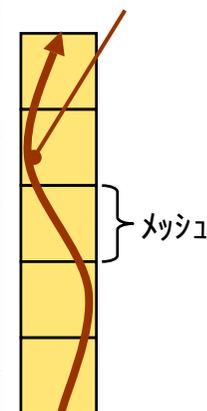
1号機側地盤モデル



5号機側断面



波長 = $V_s \times$ 周期



対象周波数は
 1波長中の
 メッシュ数を基準に
 設定

褶曲面が椎谷層及び上部寺泊層上面の2面の場合，モデル-Aと同様の増幅の縞が生じる

まとめ

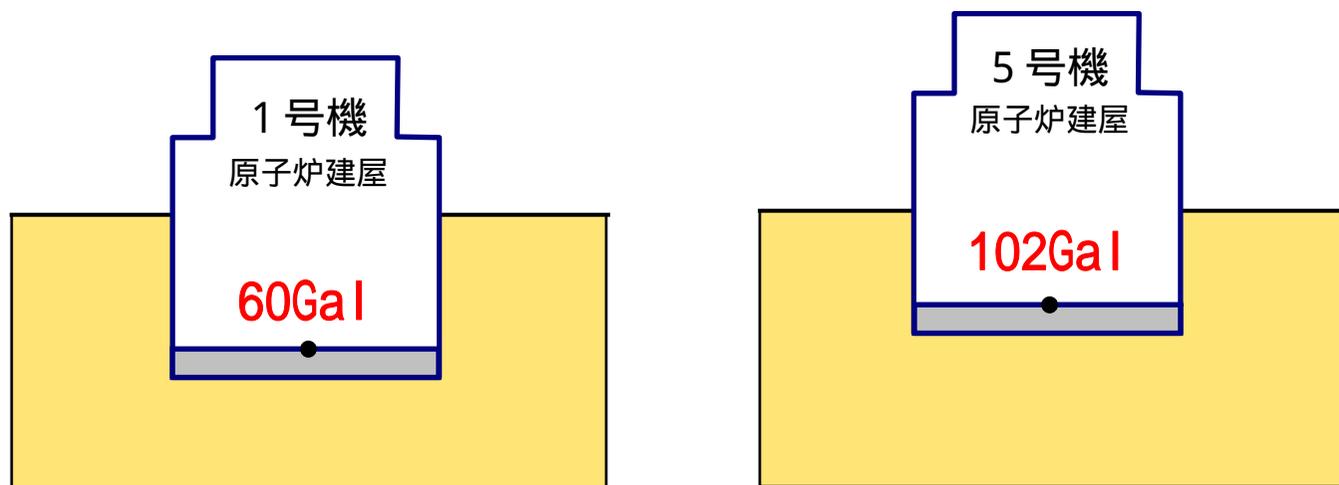
- 褶曲構造を有する地盤モデルを用いて感度解析を行い、褶曲構造が増幅特性に及ぼす影響を検討した
- 褶曲面が椎谷層上面のみの場合（モデル-B）、または上部寺泊層上面のみの場合（モデル-C）は、1号機における増幅が大きくならなかった
- 褶曲面を椎谷層上面及び上部寺泊層上面の両方に設定した場合（モデル-D）は、1号機における増幅が大きくなった

(2) 1号機および5号機における原子炉建屋基礎版上の
地震観測記録の違いに関わる補足説明

原子炉建屋基礎上の地震観測記録について

原子炉建屋基礎版上における余震記録の多くは
1号機よりも5号機が大きい

例（2007年7月16日 15:37の最大余震，M5.8，EW方向）



検討の概要（１）

中越沖地震における余震記録を用いて１号機と５号機の最大加速度値の比較検討を行う

原子炉建屋基礎版上における最大加速度値の比較

原子炉建屋地盤系の観測記録に基づき，解放基盤表面で推定された地震動における最大加速度値の比較

原子炉建屋地盤系の地中深部の観測記録における最大加速度値の比較

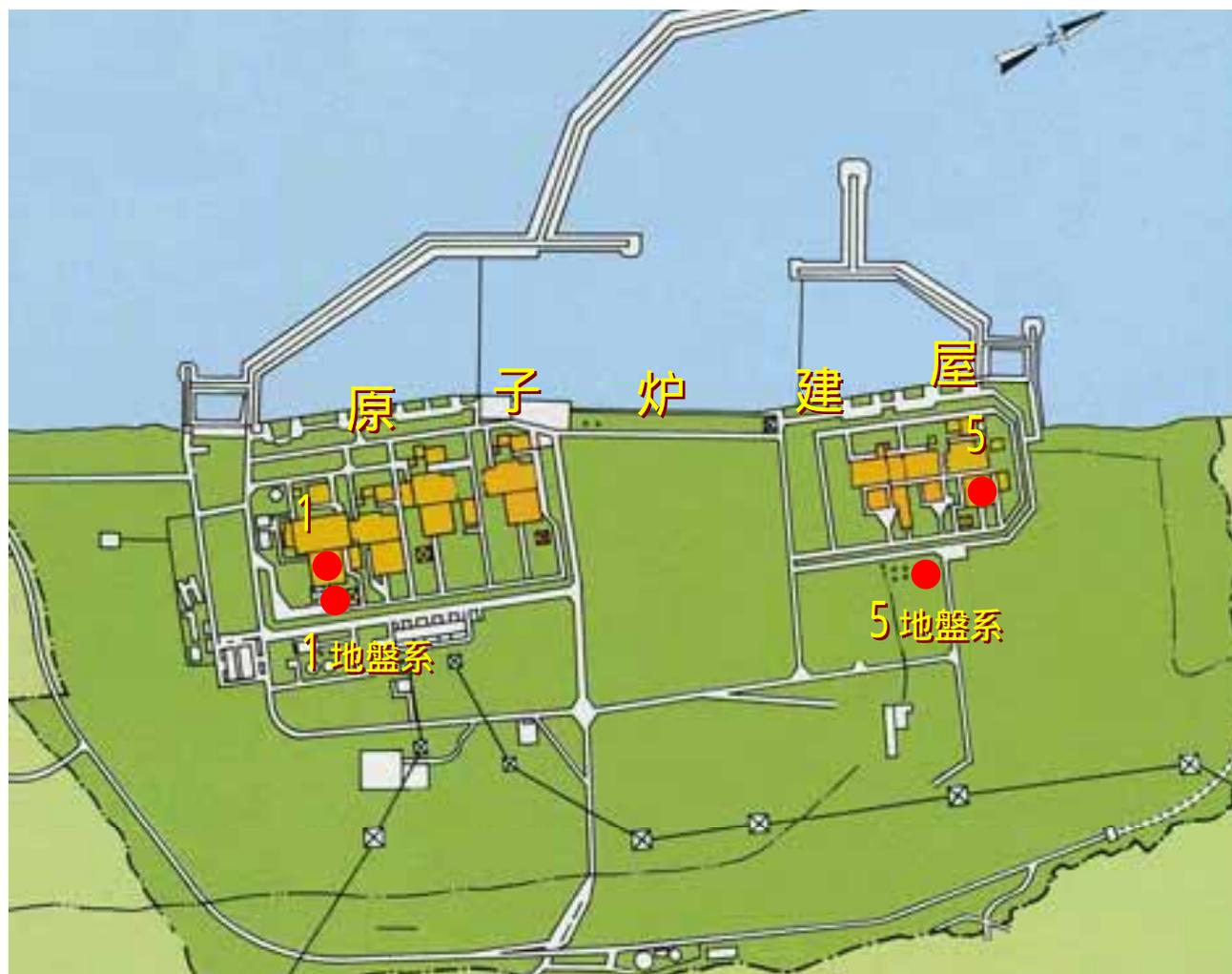
対象とした記録

次の条件を満たす記録

- ・ 中越沖地震の本震以降に観測された余震
- ・ １号機及び５号機の原子炉建屋基礎版上で1Gal以上の地震（ノイズが少ない記録）
- ・ １号機及び５号機の地盤系記録が収録されている地震（地盤系記録に基づき解放基盤波の推定を行うため）

検討の概要（2）

地震観測地点

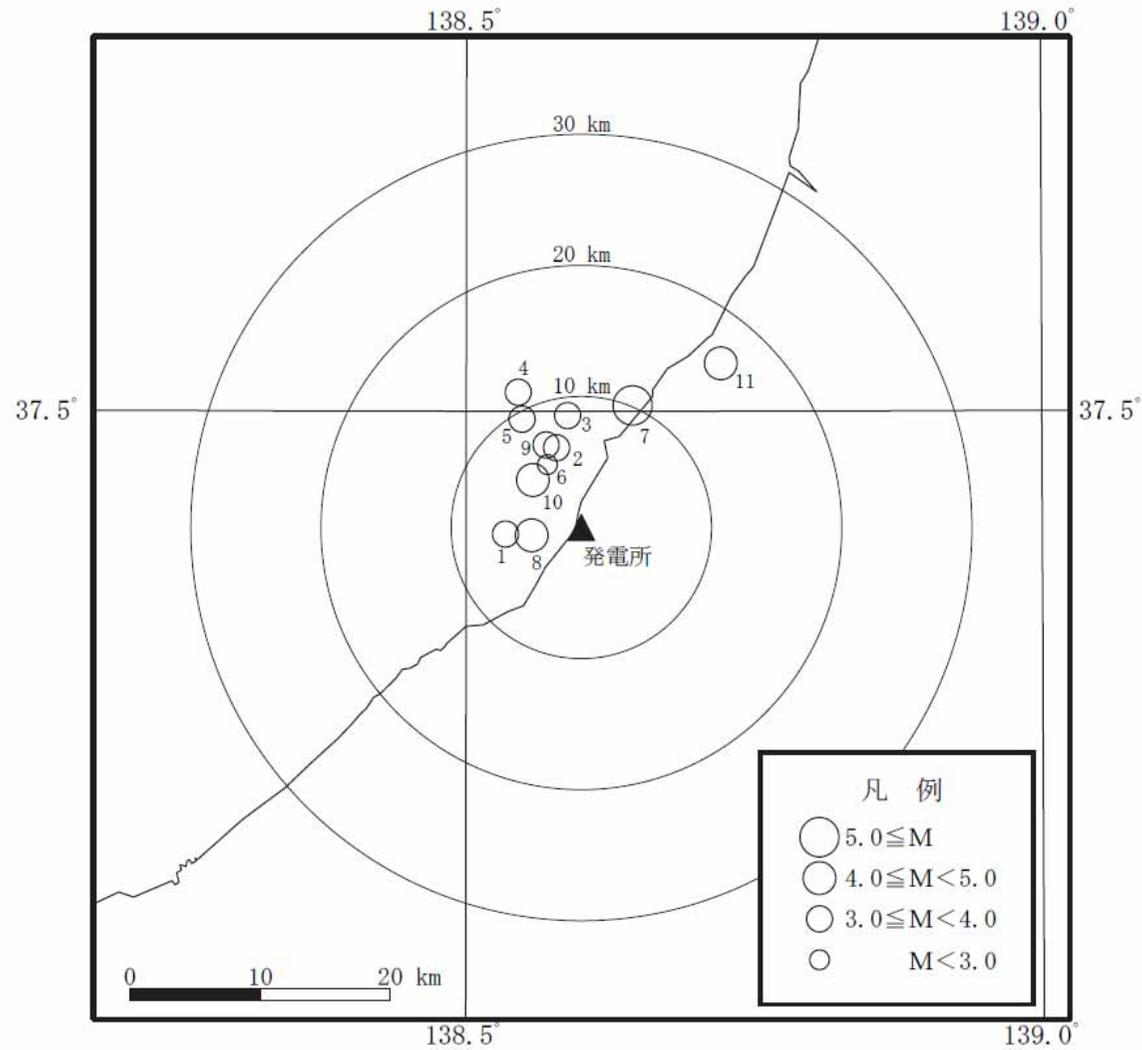


検討の概要 (3)

検討に用いた地震の諸元

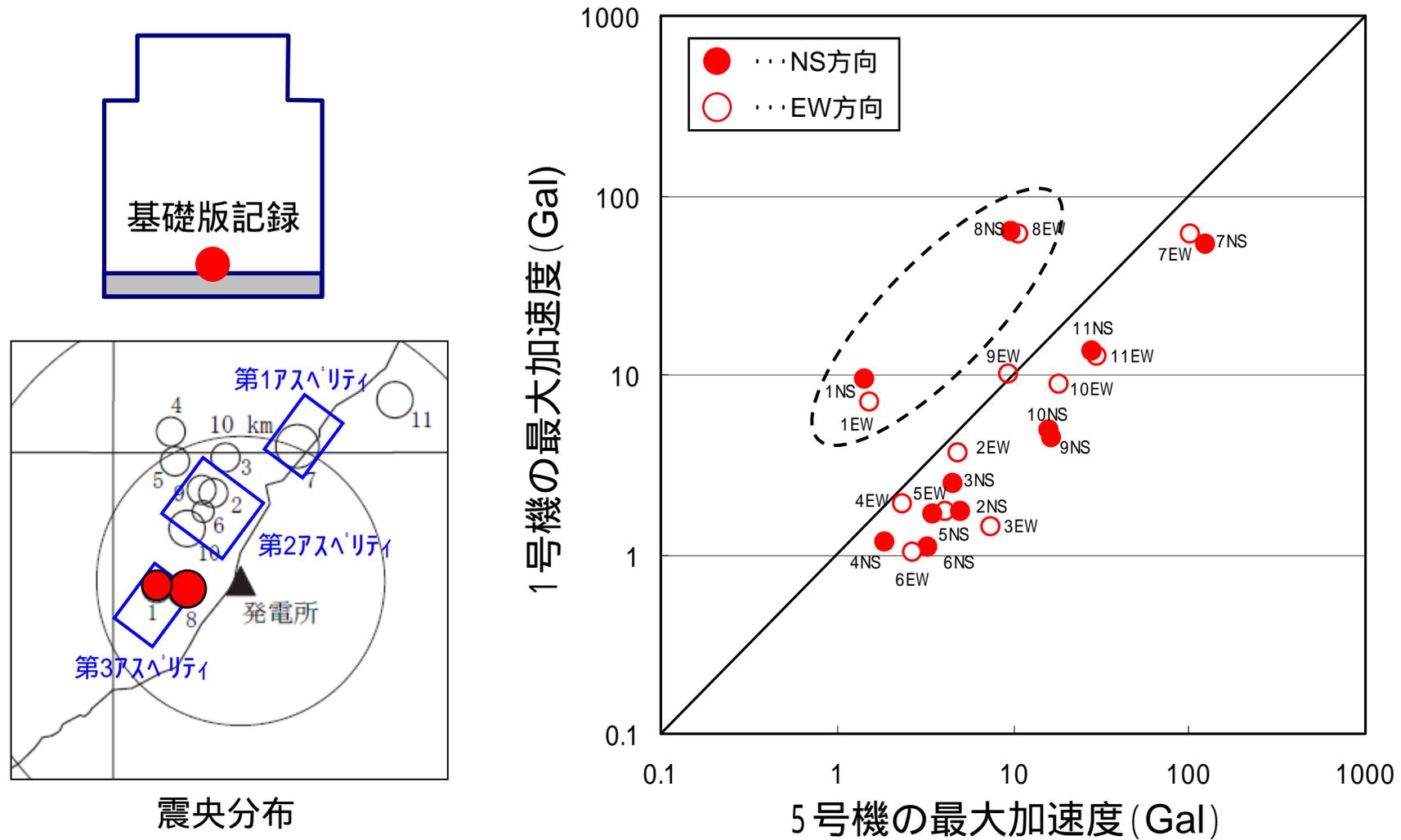
No	発震日	東経	北緯	マグニチュード M	震央 距離 km
1	2007 . 7 . 16 11 : 47	138 ° 32.0	37 ° 24.9	3.4	6
2	2007 . 7 . 16 11 : 50	138 ° 34.7	37 ° 28.4	3.5	7
3	2007 . 7 . 16 11 : 56	138 ° 35.2	37 ° 29.8	3.5	9
4	2007 . 7 . 16 12 : 20	138 ° 32.7	37 ° 30.7	3.4	12
5	2007 . 7 . 16 13 : 16	138 ° 32.9	37 ° 29.6	3.1	10
6	2007 . 7 . 16 13 : 53	138 ° 34.2	37 ° 27.8	2.8	6
7	2007 . 7 . 16 15 : 37	138 ° 38.6	37 ° 30.2	5.8	10
8	2007 . 7 . 16 17 : 42	138 ° 33.4	37 ° 24.8	4.2	4
9	2007 . 7 . 18 11 : 47	138 ° 34.1	37 ° 28.6	3.7	7
10	2007 . 7 . 20 01 : 52	138 ° 33.4	37 ° 27.1	4.2	5
11	2007 . 7 . 25 06 : 52	138 ° 43.2	37 ° 31.9	4.8	17

検討の概要 (4)



検討に用いた余震の震央分布

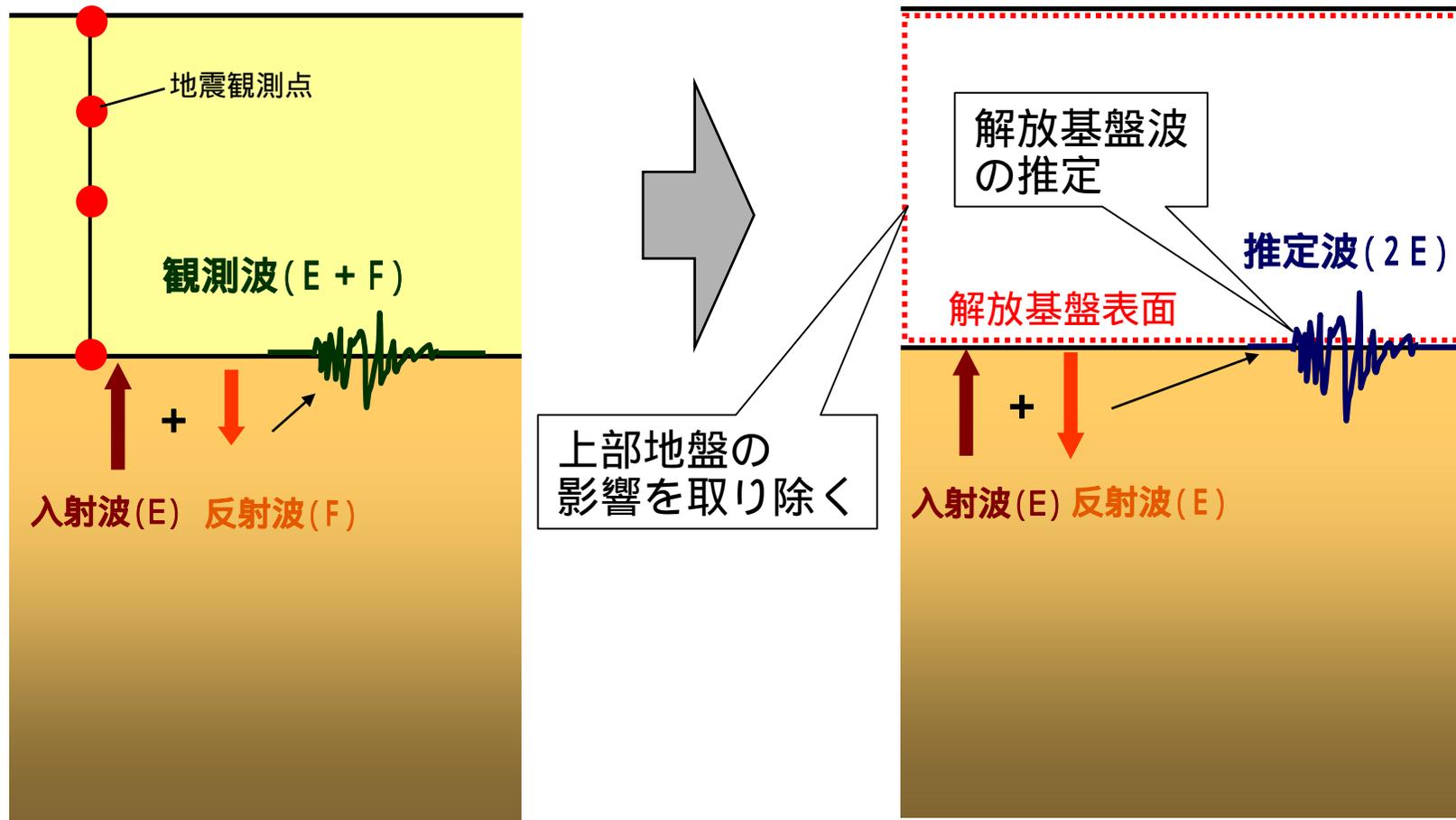
基礎版上記録の最大加速度の比較



No.1とNo.8地震を除き，5号機の記録が大きい

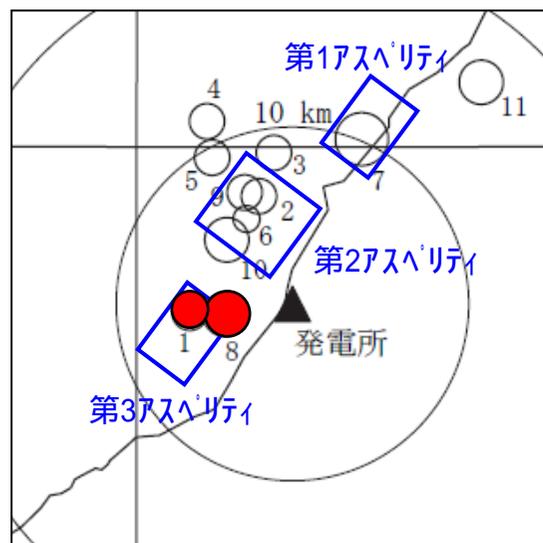
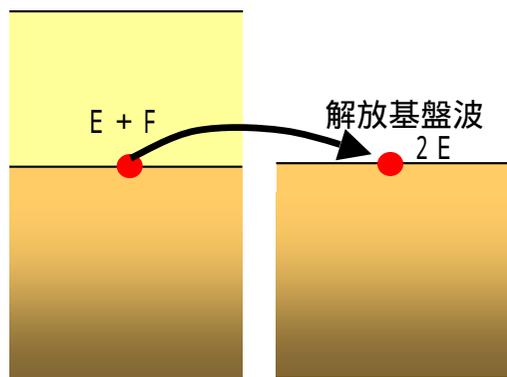
解放基盤表面における地震動の推定

1号機と5号機の地盤系記録

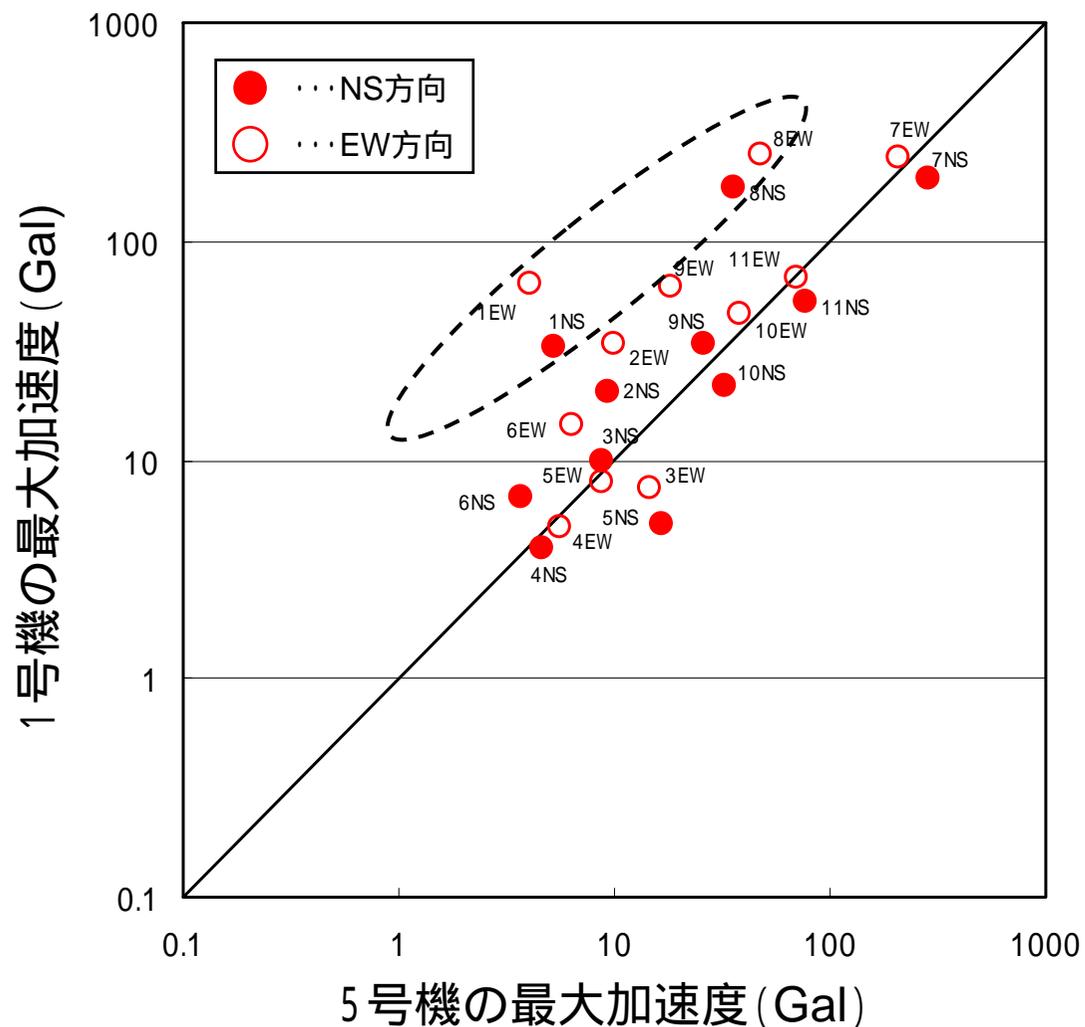


解放基盤波の推定方法の概念

解放基盤波の最大加速度の比較

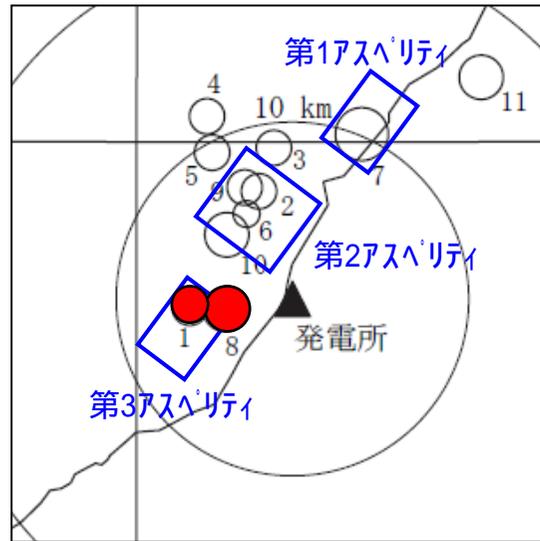
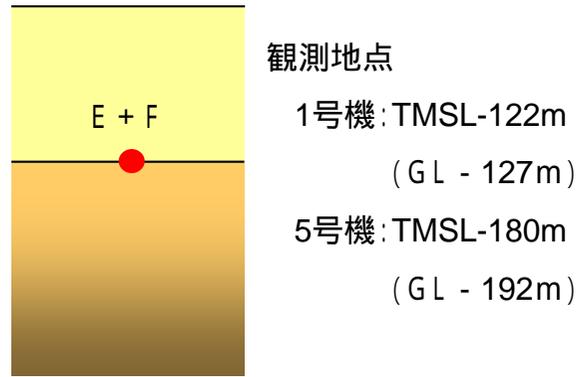


震央分布

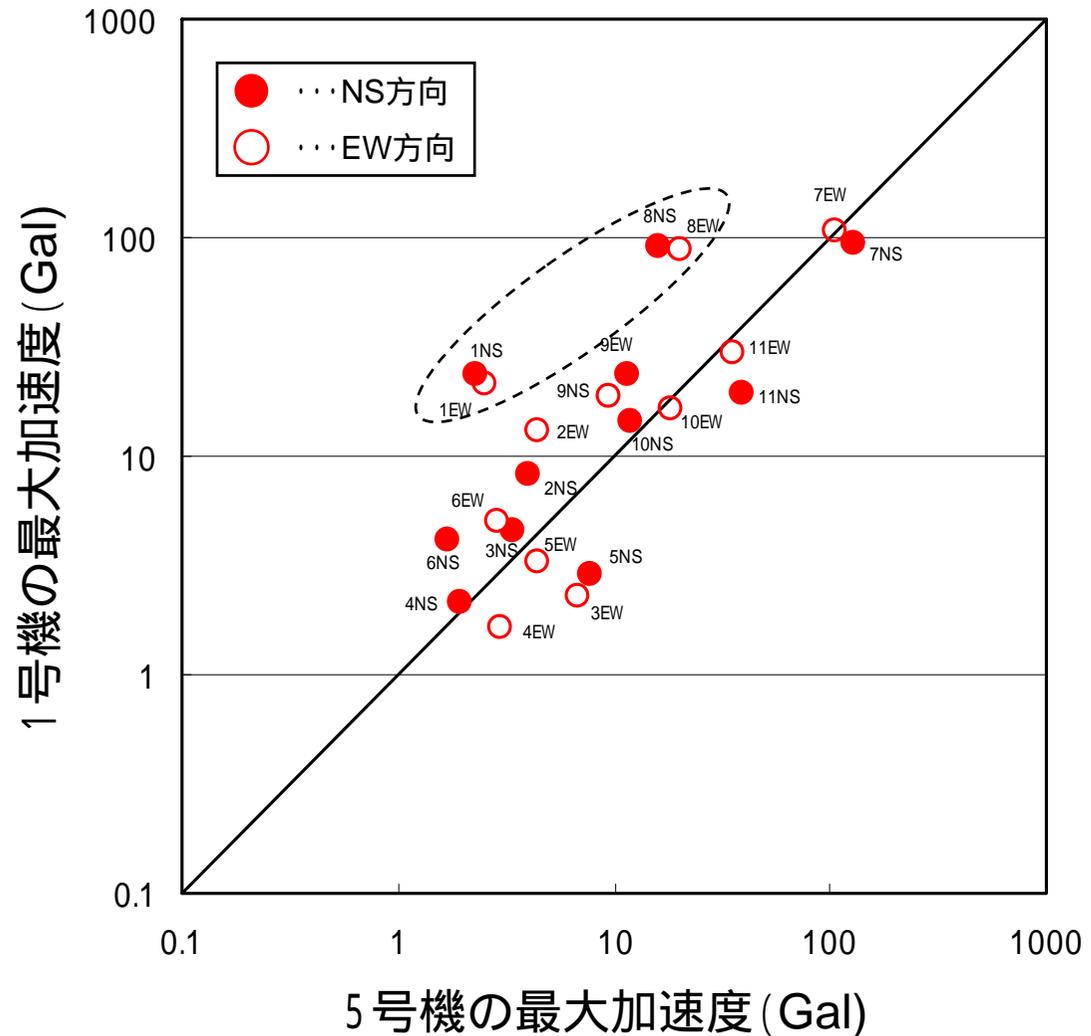


震源が第3アスペリティ付近の地震は，1号機の振幅が大きい
その他の地震は，おおむね1号機と5号機は等しくなっている

地中深部記録の最大加速度の比較

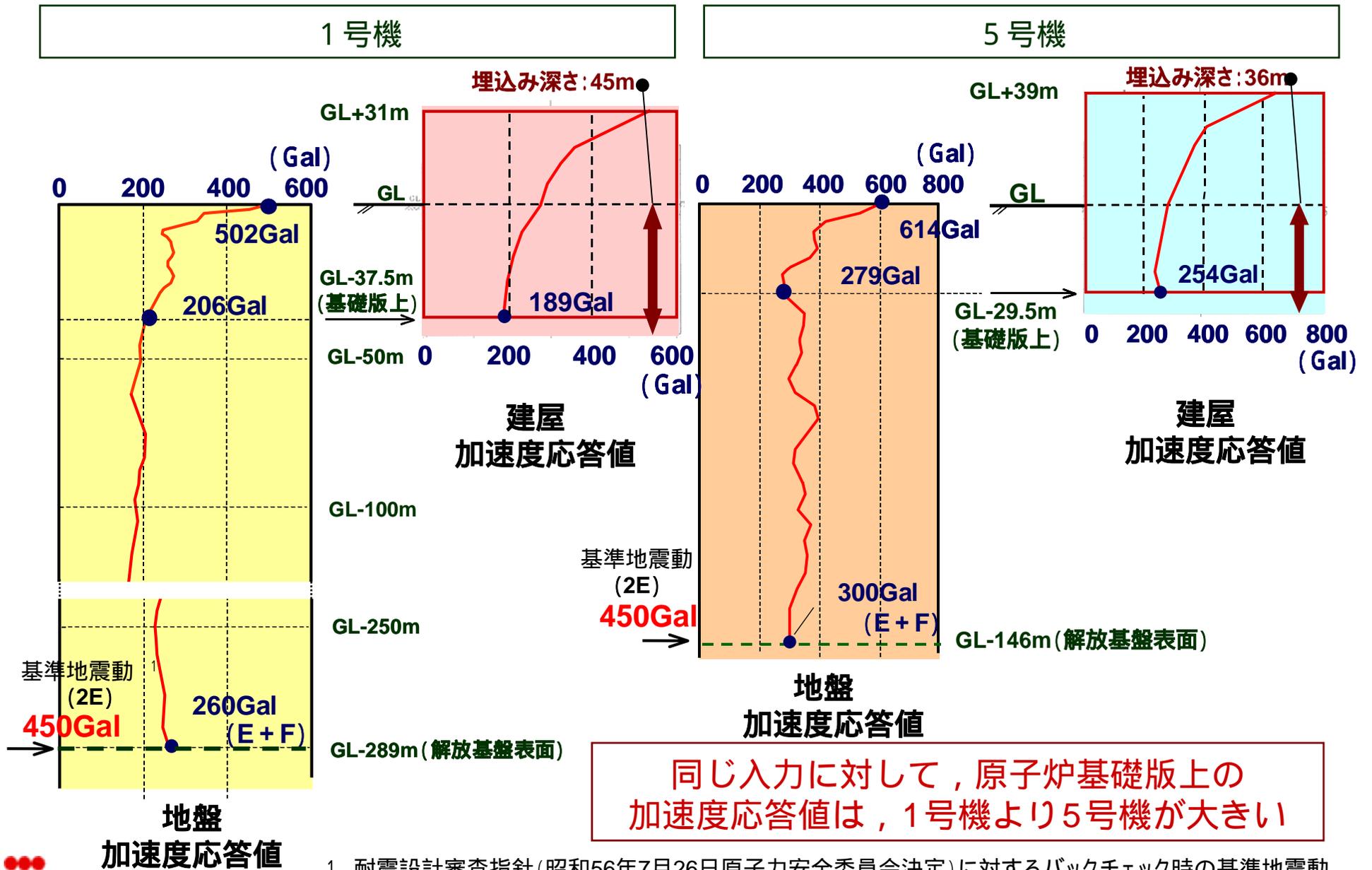


震央分布



震源が第3アスペリティ付近の地震は、1号機の振幅が大きい
その他の地震は、おおむね1号機と5号機は等しくなっている

地盤と原子炉建屋の地震応答解析（1号機と5号機の比較）



まとめ

原子炉建屋基礎版上で観測された最大加速度値は、一部の地震を除き、1号機より5号機の方が大きい

しかし、解放基盤表面における地震動および地中における観測記録で比較すると、1号機と5号機でほぼ等しい

原子炉建屋基礎版上で1号機の方が大きな加速度を示す地震は、海域の限られた領域で起きた地震である。

原子炉建屋基礎版上で5号機の方が一般に大きな加速度を示す理由は、解放基盤以浅の地盤増幅と建屋の埋込み深さに起因していると考えられる。