

# 柏崎刈羽原子力発電所視察報告

視察日時：2007年8月7日

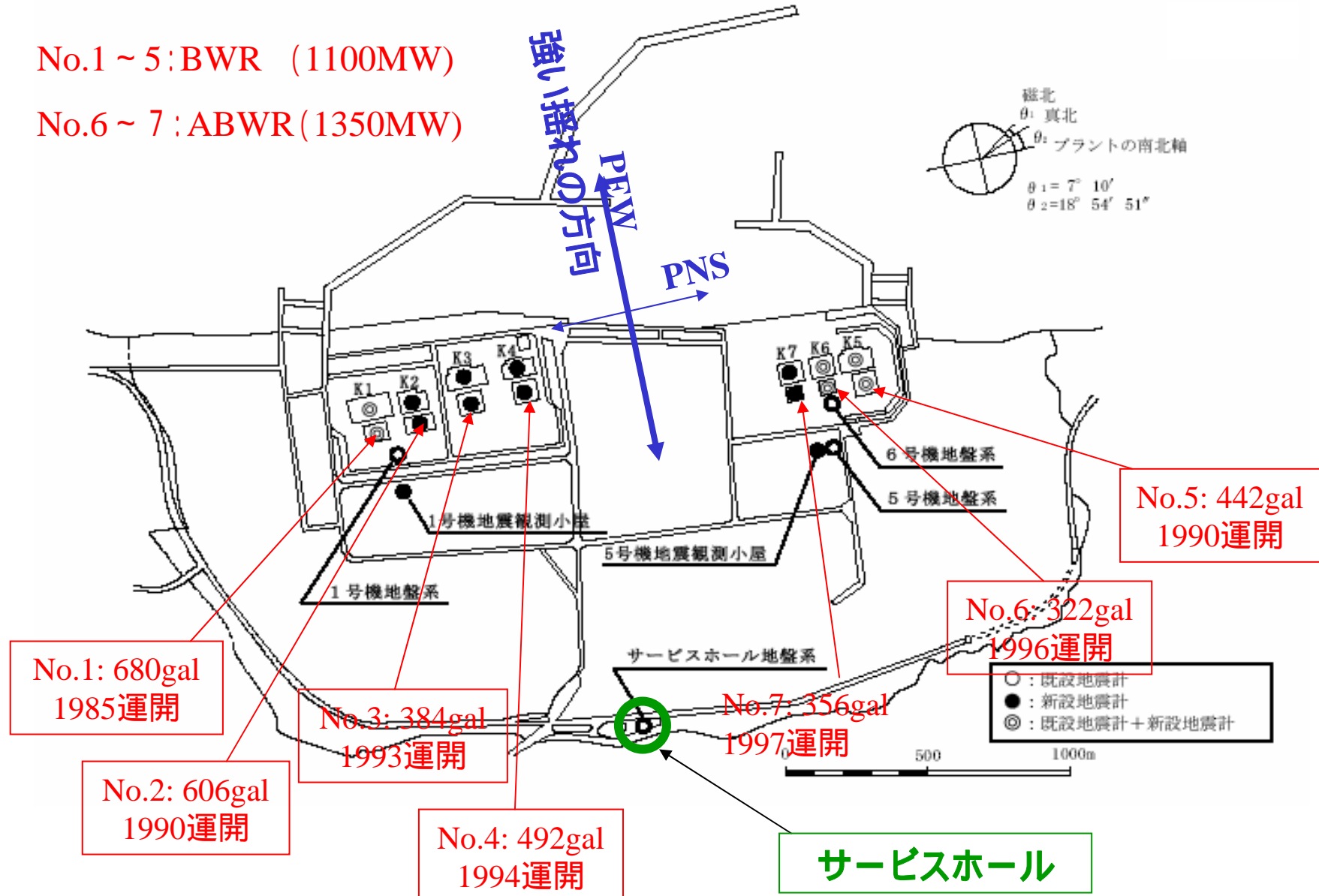
地盤工学会視察者

龍岡・安田・尾上・東畑・國生

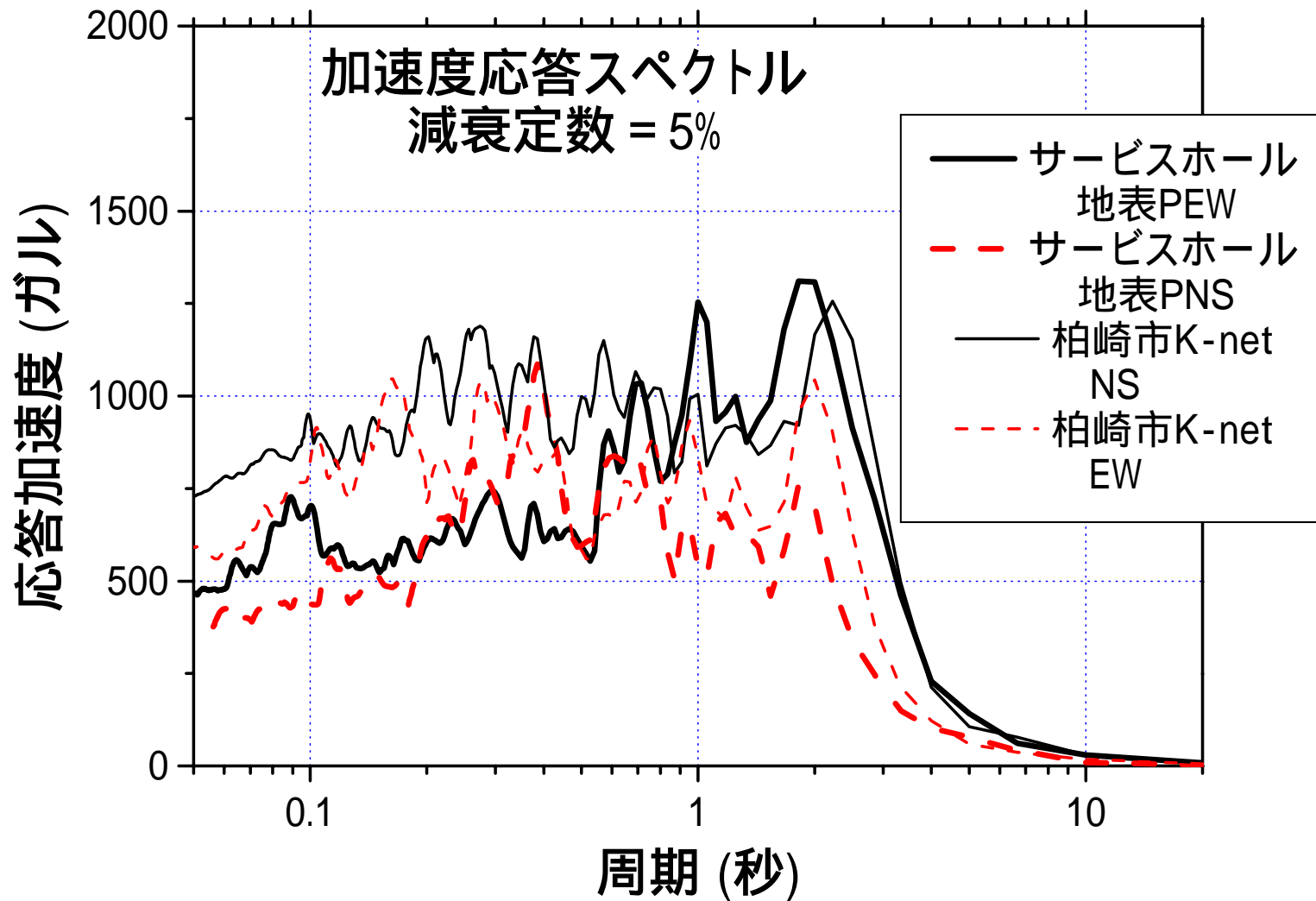
報告者：國生剛治  
(中央大学理工学  
部)

No.1 ~ 5: BWR (1100MW)

No.6 ~ 7: ABWR (1350MW)

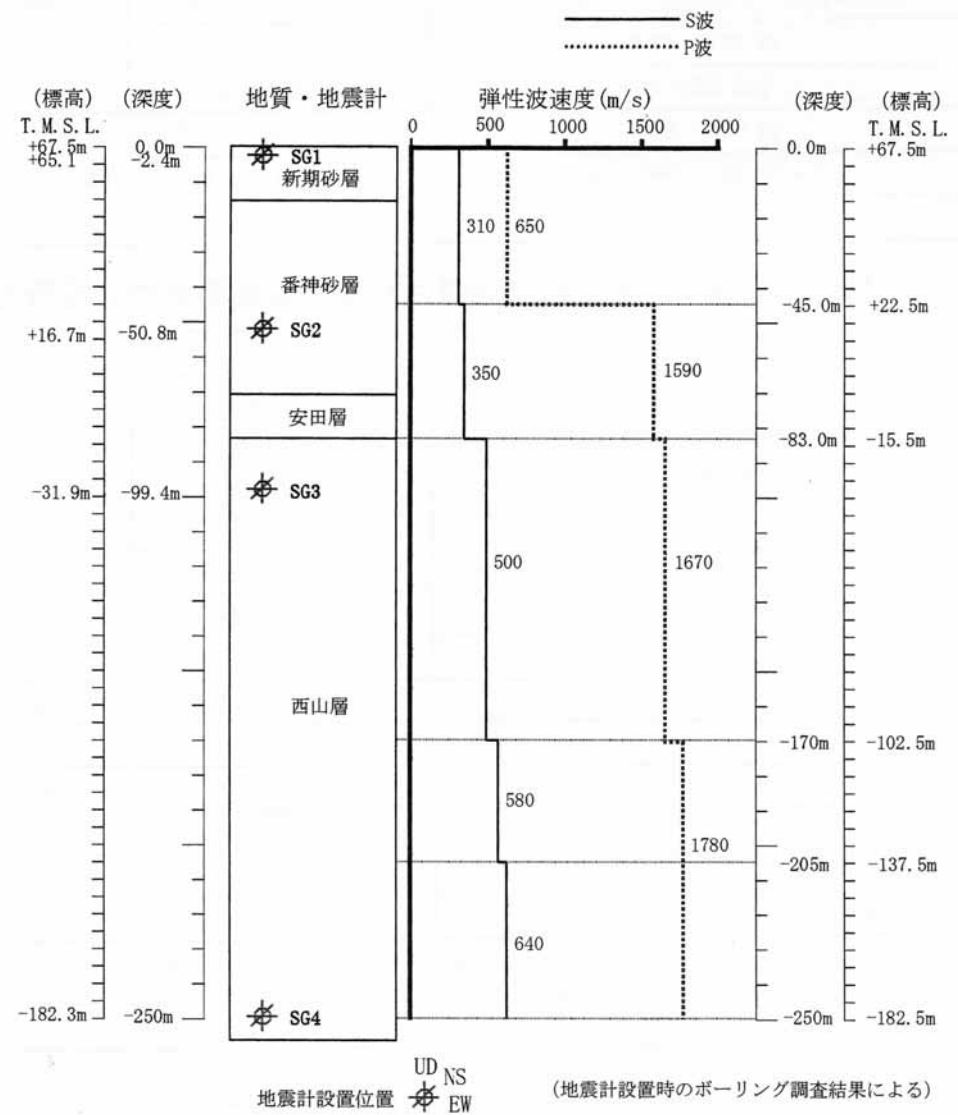
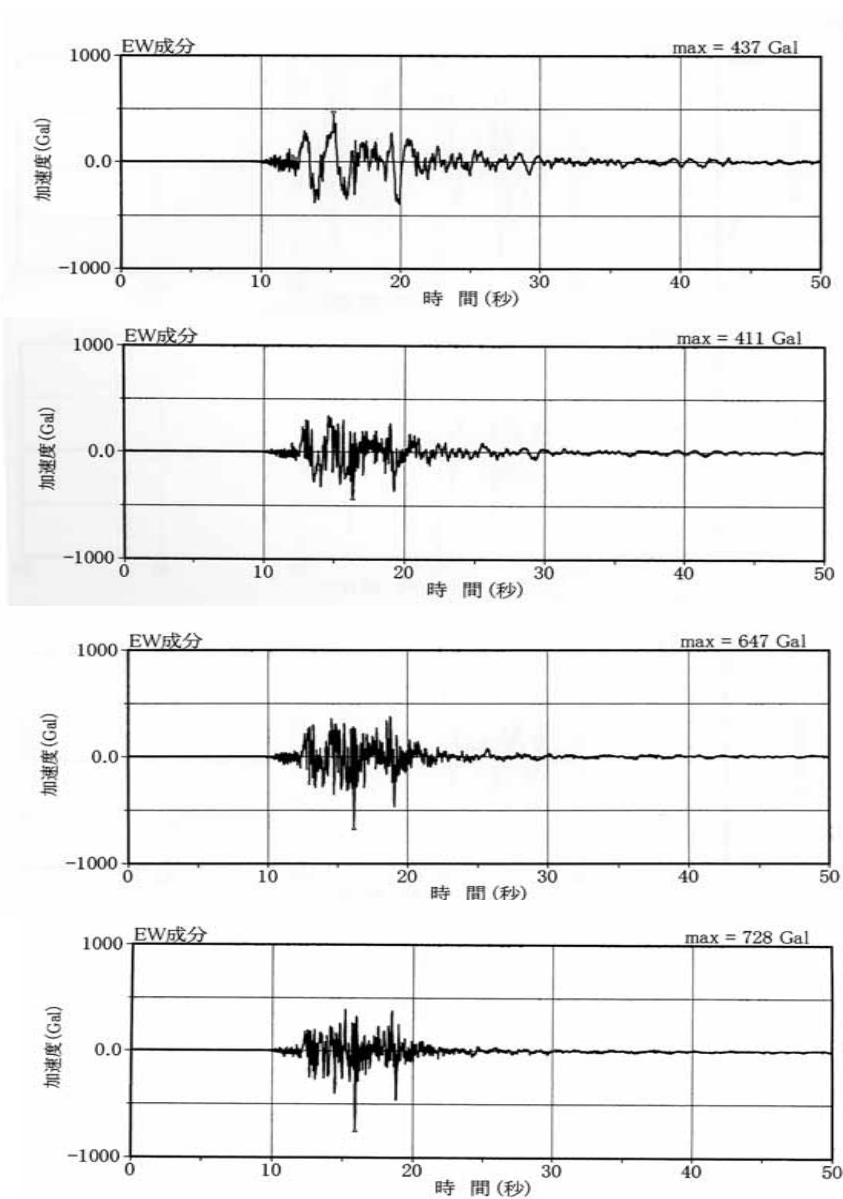


## 原子炉建屋基礎レベルでの最大加速度

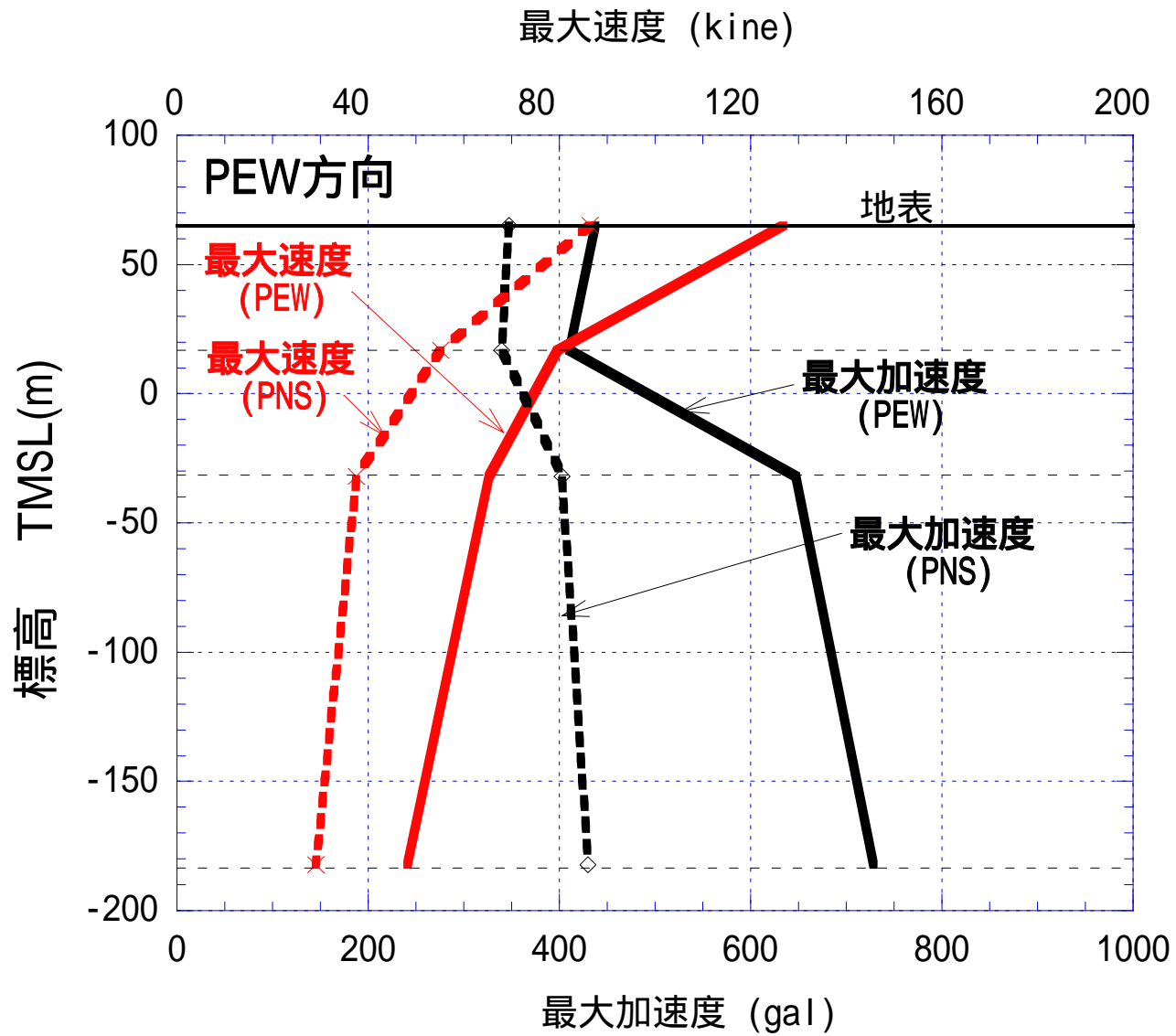


原子力地点と市内K-net地点では同程度の揺れ。

サービスホール地表とK-netの加速度応答スペクトルの比較

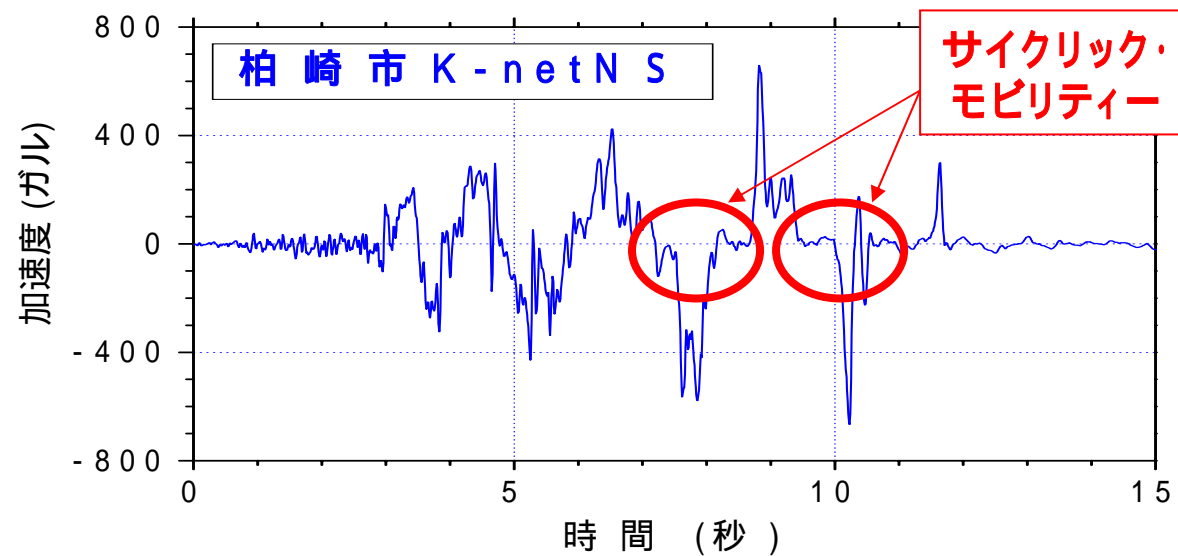
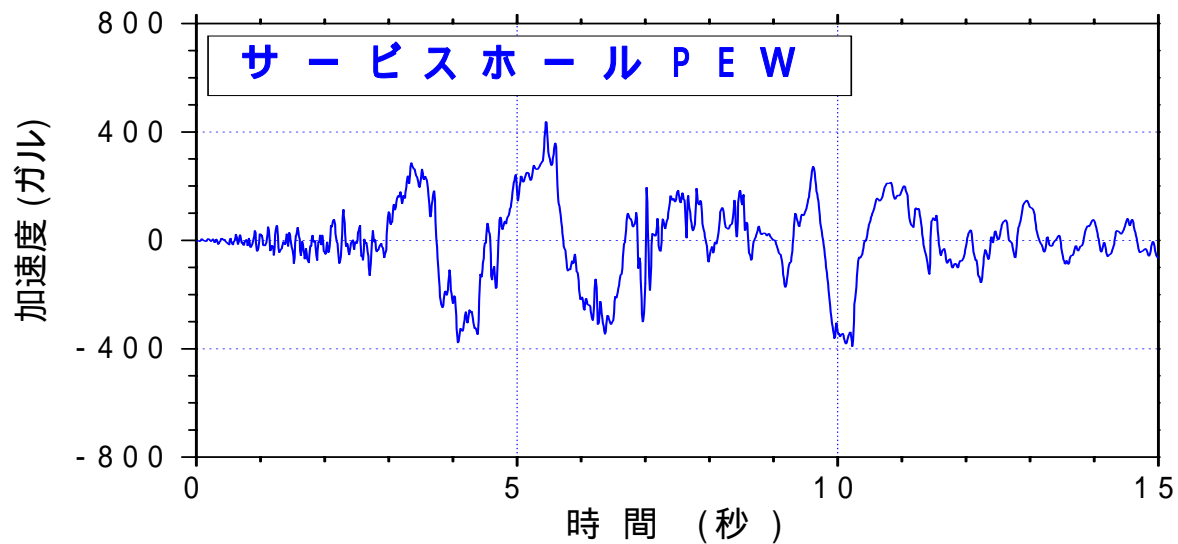


# サービスホール地盤系PEW方向加速度時刻歴と地盤構成



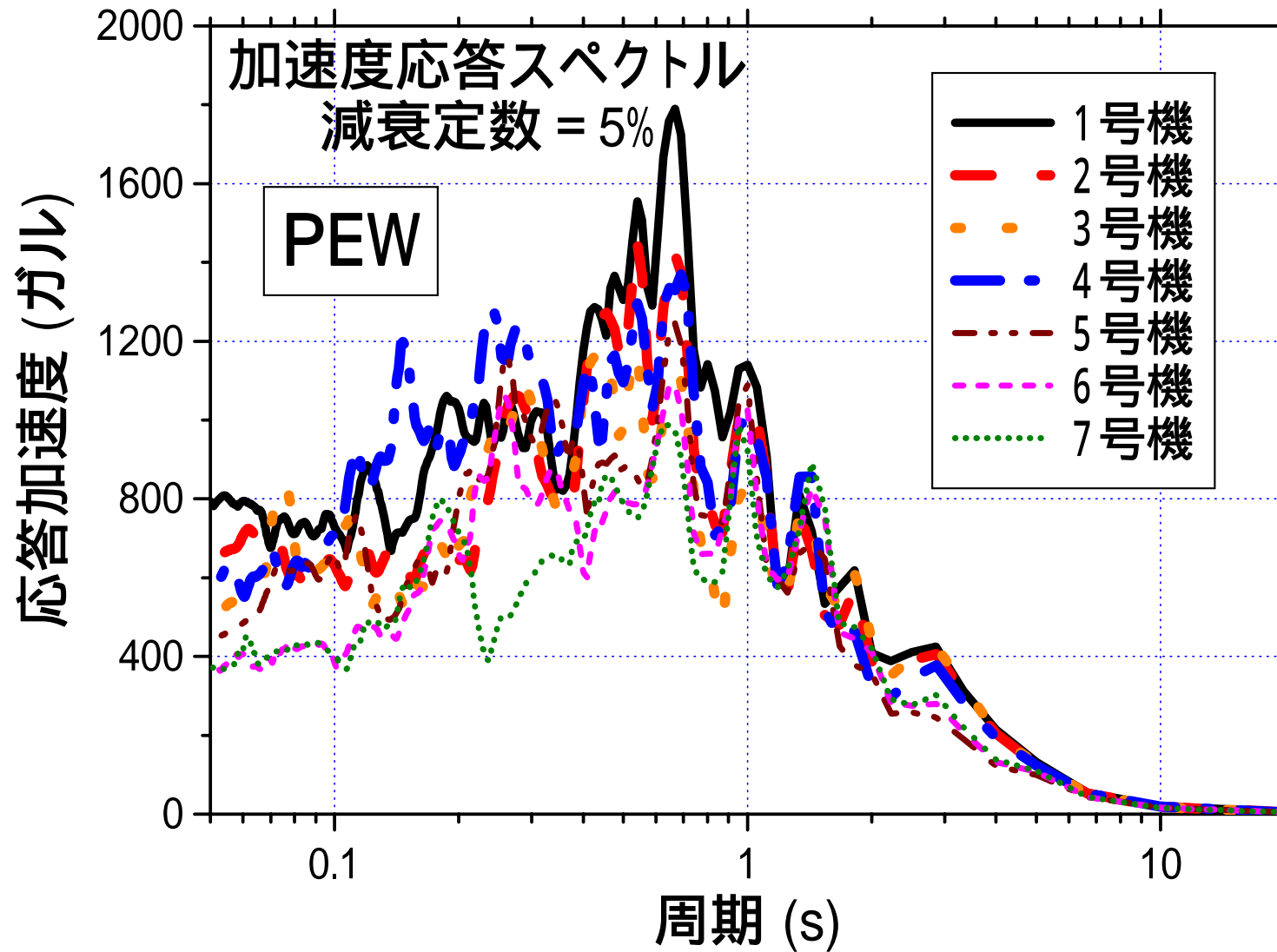
地盤増幅には強い揺れによる非線形性の影響。

サービスホール地盤系加速度・速度最大値の深度分布



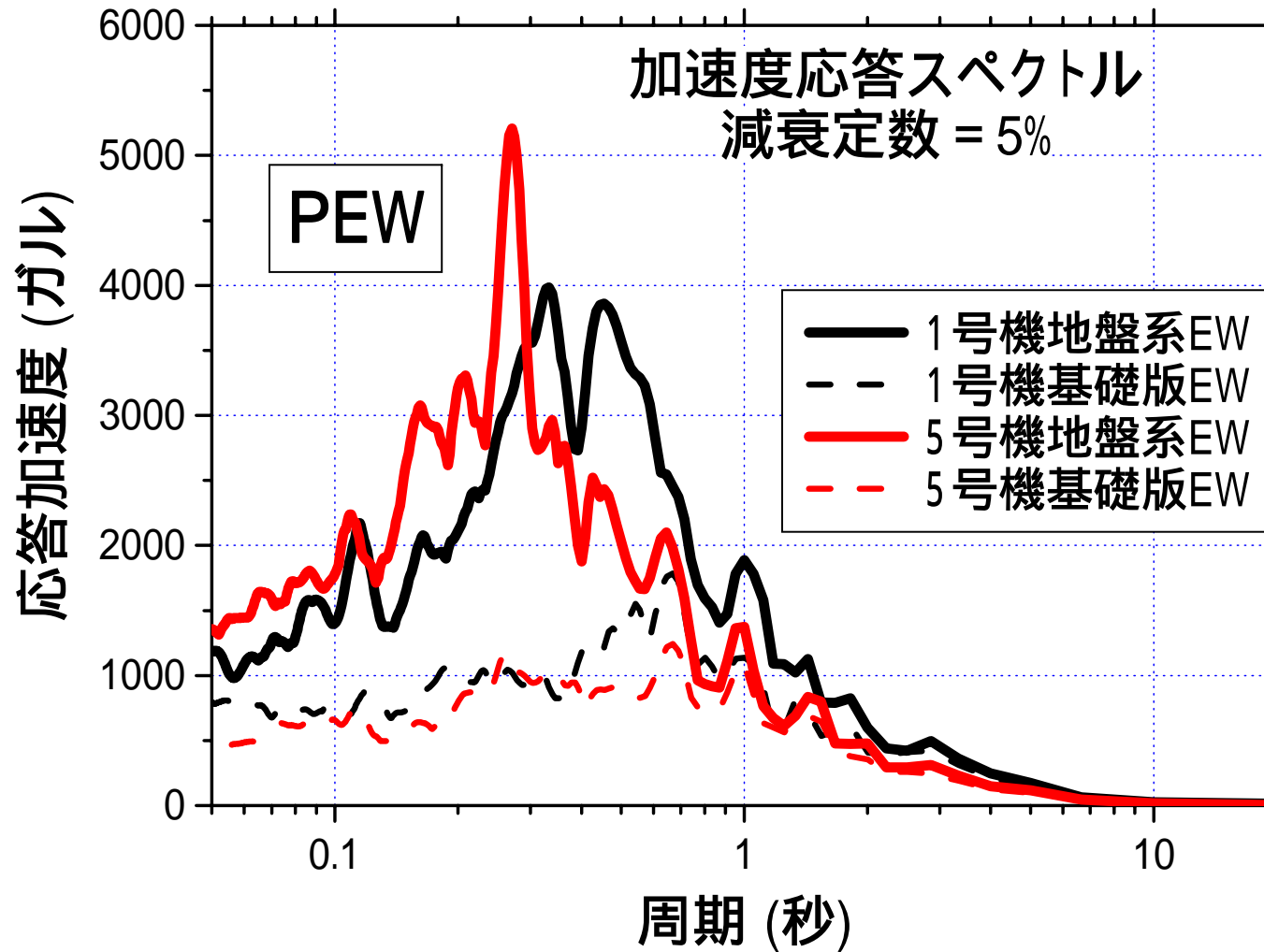
*K-net*と異なり、サービスホールは液状化に近い状況にはない。

サービスホール地表と柏崎市K-netの加速度記録の比較



1 ~ 4号機は5 ~ 7号機よりゆれが大きかった。

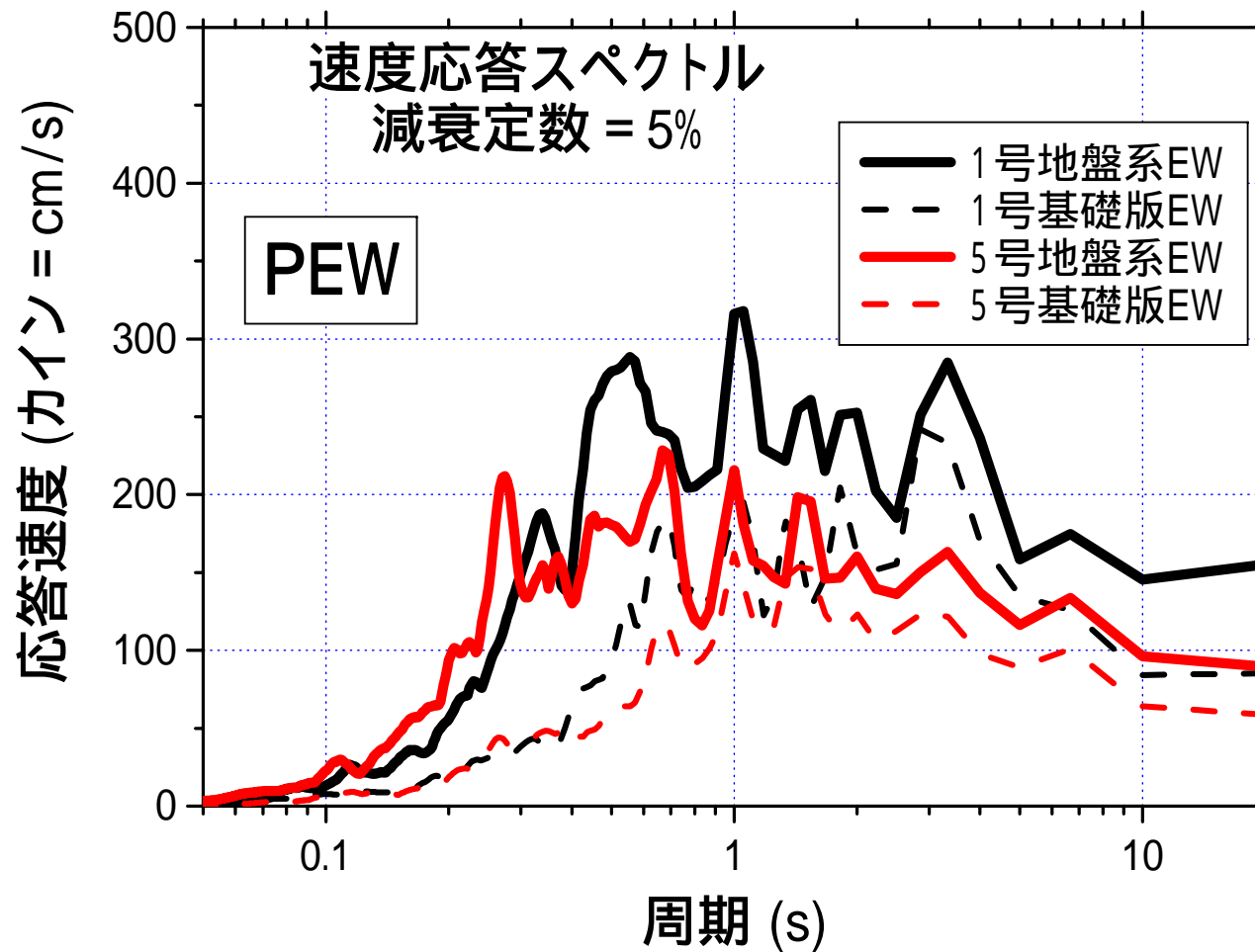
原子炉建屋基礎版の加速度応答スペクトル(PEW, D=5%)



**基礎版による短周期加速度の低減効果は明瞭。**

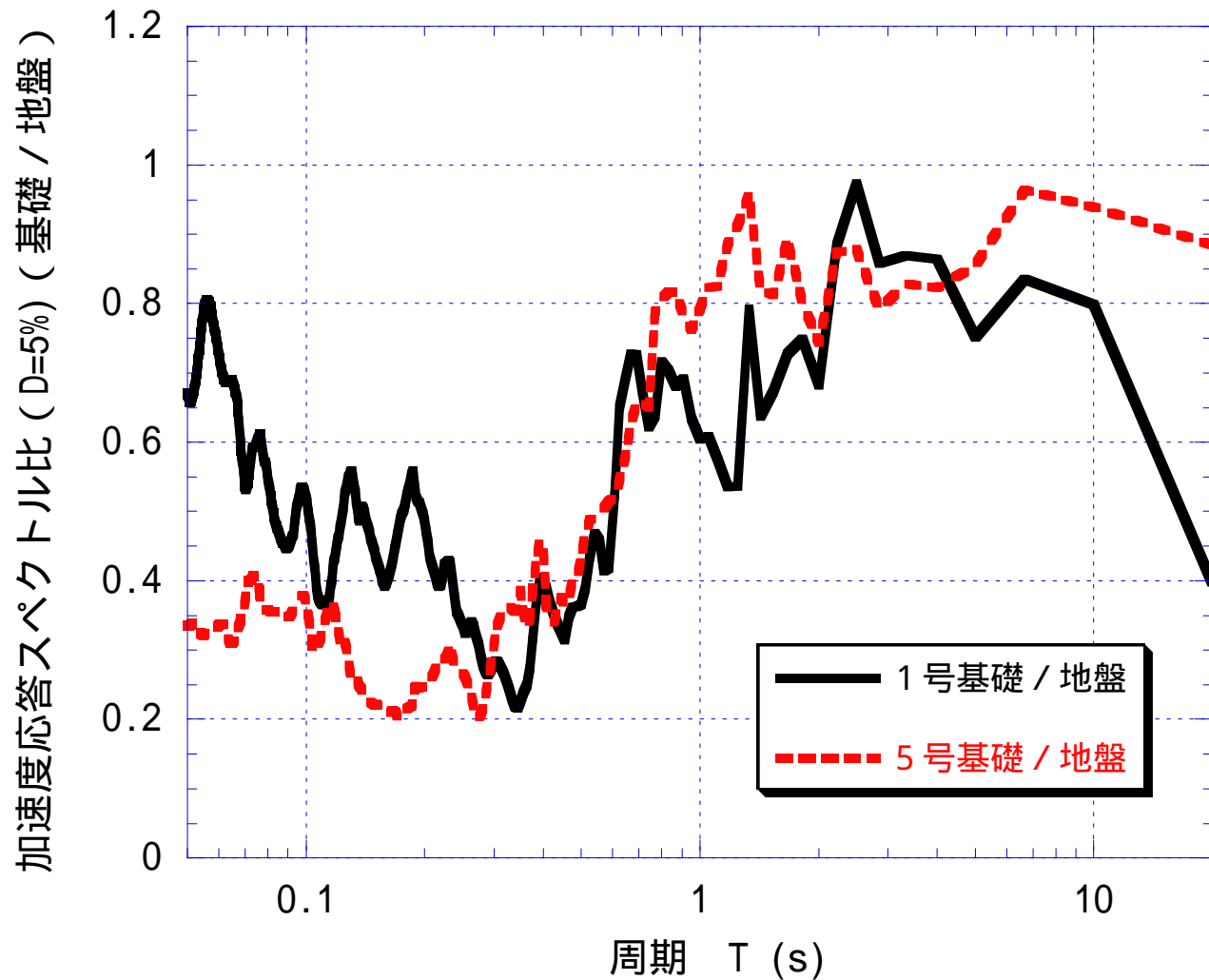
**地盤と建屋基礎版の加速度応答スペクトル(PEW, D=5%)**





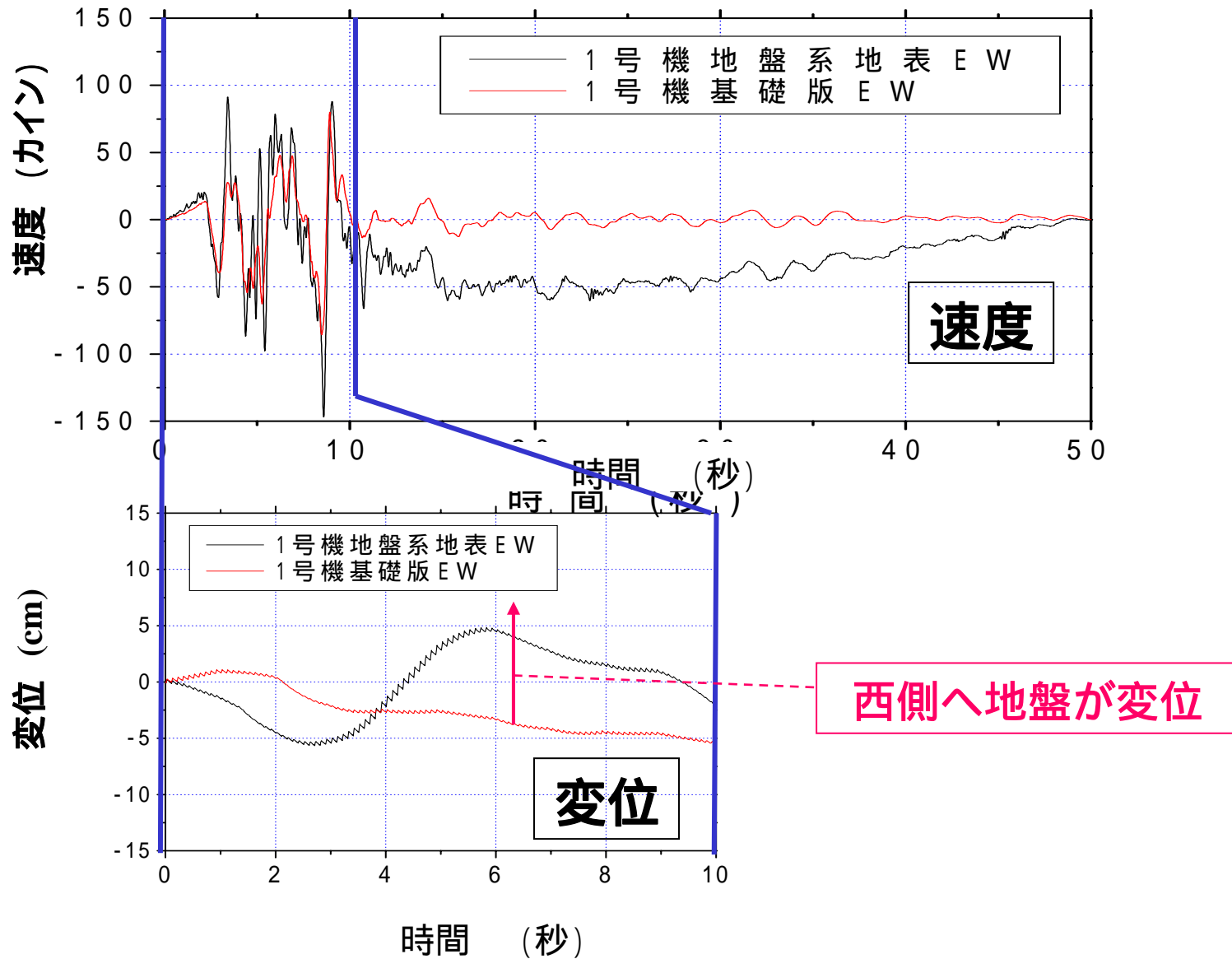
速度スペクトルでは0.5 ~ 3.0秒のピークが卓越。

地盤と建屋基礎版の速度応答スペクトル(PEW, D=5%)



**基礎版による短周期震動の低減効果は明瞭。**

**基礎と地盤での加速度応答スペクトル (PEW, D=5%) の比**



**剛な基礎版に対して地盤が相対変位。**

**1号機地盤と原子炉基礎版との速度と変位(PEW方向)**

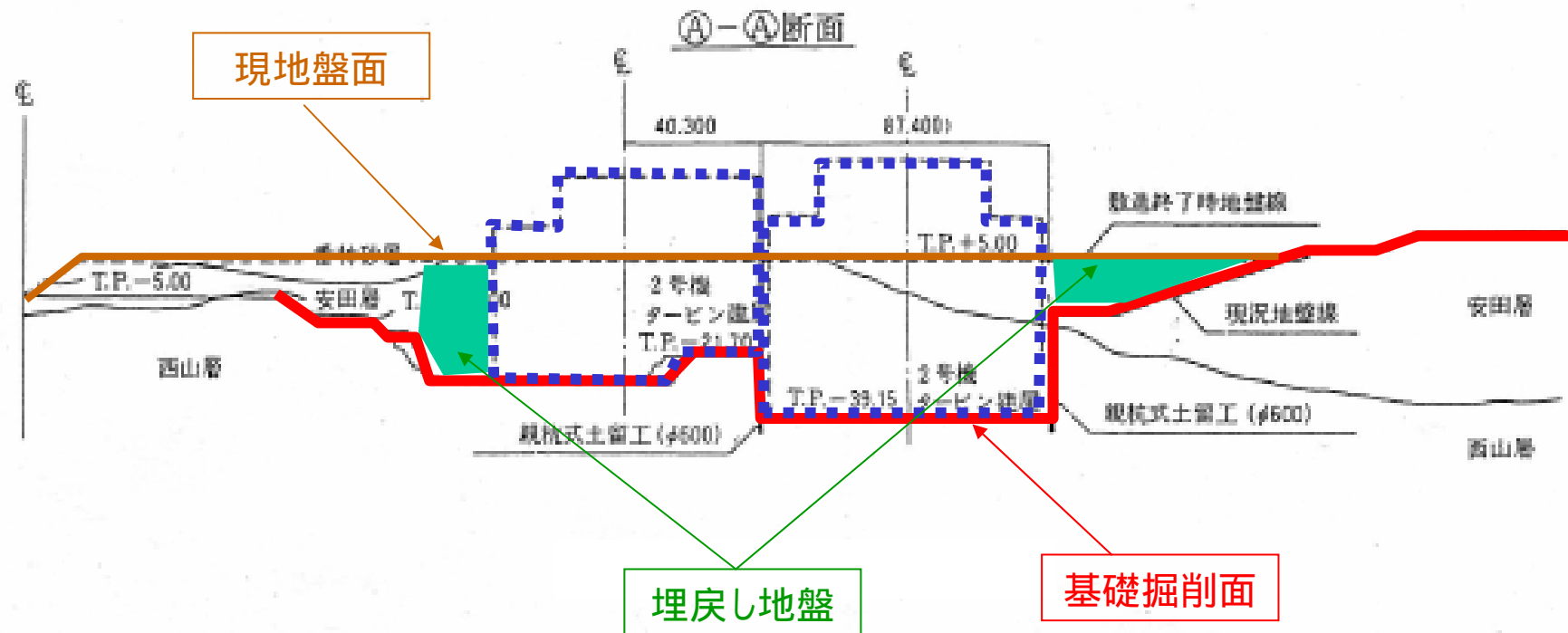
## 地盤震動について

PEW方向の揺れが大きく、建屋基礎版での最大加速度はNo.1、2では600gal超だが、No.3以降は減少傾向。  
刈羽側が地震入力小さかったことや、基礎・建屋の設計条件の違いの影響もあるか？

基礎版での震動が、機器類に関わる短周期で低減し、剛性の高い原子炉建屋基礎の入力低減効果。

加速度応答スペクトルではピーク周期は0.2～0.5秒だが、速度にすれば0.5～3秒付近がピーク。地盤や基礎の安定性には速度が支配的であり、埋戻し土の変形挙動などを考える際にも、この長周期震動が重要。

地盤と基礎版の間に西側への相対変位の可能性。



2号機本館基礎掘削断面図 (東京電力提供図面に加筆)



2号機原子炉建屋3号機側  
埋め戻し地盤





2号機タービン建屋海側



2号機タービン建屋海側



2号機原子炉建屋陸側側面

2号機原子炉建屋陸側側面







2号機熱交建屋陸側



2号機熱交建屋陸側



2号機熱交建屋海側

2号機熱交建屋海側







2号機海側地盤

3号機海側地盤



## 2号機取水ピット



2号機取水ピット付近護岸







2号機取水ピット背後地盤

2号機取水ピット埋戻地盤





3号機タービン建屋海側面  
配管ライン類の状況

3号機タービン建屋海側面







3号機タービン建屋海側の  
取水暗渠点検用ピット付近

3号機タービン建屋海側



3号機原子炉建屋陸側  
芝生のめくれ上がり



3号機原子炉建屋陸側





## 地盤の挙動について(1)

地盤挙動について：

重要施設の基礎は新第三紀層中に設置され、その安定性については従来より十分な余裕をもって設計されてきたため、設計をはるかに越える揺れを受けたが、安全に原子炉の停止・余熱冷却と放射性物質の格納機能を維持できた。

ただし、建屋周面の埋戻し地盤には、沈下や水平変位が発生。これは、長周期地震動による強い揺れの影響が大きいと思われる。

建屋周辺の測量により基礎と地盤の変位について精密なデータを得ておくことは重要。

## 地盤の挙動について(2)

柏崎K-net記録からは、密な砂地盤が強い揺れによりCyclic mobilityを起こした可能性。一方、サービスホール記録からは、非線形の影響はあるものの、液状化は起きず。

発電所内の地盤変状は、埋め戻し地盤を除いては同様な地形・地質条件からなる周辺地域（荒浜砂丘上、丘麓周辺）に比べて問題になるものではない。

したがって、今回の大きな揺れによっても原地盤の密な砂層は支持機能を失わず、その中に非岩着で建設されていた非常用冷却水取水路は取水機能に問題は起きていないようであり、設計者の判断の妥当性が実証。

## 埋戻し地盤の挙動について

原子炉建屋など重要構造物の埋戻しに関しては、掘削埋戻し工事の状況と地盤変形挙動との対応を調査し、その原因と影響範囲を明らかにする必要あり。

この際、変位の差、不等沈下など地盤変状が全体システムの機能維持に影響する可能性はないか。これらを含め、屋外施設で地震時に確保すべき性能の明確化が必要。他方で、原子力と言えども経済設計の観点から、耐震重要度Cクラスの位置づけも十分に説明すべき。

建屋周辺埋戻しの揺り込み沈下量が過大に思える。3次元効果や、水平変位の影響、主働すべりが累積されて大きな局所沈下が生じるメカニズムなど、今後の検討が必要。

## その他

今回の震源断層は設計時に考慮されていなかったものであり、2004年中越地震も未知の断層であったとされている。断層活動性評価技術に不確実性が残されていることを前提に、原子力発電所の耐震安全余裕をもう一度確認する必要がある。

今回、変圧器火災を引き起こしたダクトや配管基礎の相対変位は、他の工業施設でも度々類似の震害を起こしており、耐震設計の留意点。

最後に、東京電力が緊急事態にも関わらず、早期に地震の影響や地震データなどを公表されたことを高く評価したい。このようなオープンな姿勢こそが原子力が社会の信頼を勝ち取る近道と信じます。