

静岡県防災・原子力学会議

浜岡原子力発電所の状況について

平成30年 1月15日

- 01 | **新規制基準に対する適合性確認審査の状況**
- 02 | **安全に対する取り組み**
- 03 | **安全性向上のための研究**

浜岡原子力発電所の概況

- 浜岡原子力発電所は、「福島第一のような事故は起こさない」との固い決意のもと、安全性向上のための取り組みを鋭意進めるとともに、原子力規制委員会による新規制基準への適合性確認審査を受けている。地域を始め社会の皆さまにご安心いただける発電所の実現を目指し、ハード・ソフトの両面の対策で“たゆまぬ安全性の追求”を進めていく。

原子力安全技術研究所（H24.7 発電所内に設置）

安全性向上等を目的とした研究実施中

1号機

2号機

廃止措置中
(H21.1.30運転終了)

H28.2.3
廃止措置の第2段階へ移行

3号機 110万kW(S62.8運開)

4号機 113.7万kW(H5.9運開)

安全性向上対策実施中

新規制基準への適合性確認審査
(H27.6.16 申請) (H26.2.14 申請)

5号機 138万kW(H17.1運開)

安全性向上対策実施中

海水流入事象対応中

使用済燃料乾式貯蔵施設

設置変更許可の審査
(H27.1.26申請※)

※ 「4号機新規制基準適合性確認審査に係る発電用原子炉設置変更許可申請書」に追記

01 | 審査の概要（最近の状況）

審査事項	(1) 地震・津波等に関する事項	(2) プラントに関する事項
審査会合の回数	共通：2回	
主要な審査項目	<p>○地震、津波、火山 地下構造、地質構造、 基準地震動、 基準津波、 地盤斜面の安定性、 火山影響評価 等</p>	<p>○設計基準事故対策 内部溢水、内部火災、外部火災、 竜巻 等</p> <p>○重大事故等対策 確率論的リスク評価、有効性評価、 解析コード 等</p>
最近の状況	<p>【H29.8.4】(20回) <u>敷地周辺の29の断層を活断層として評価することを説明し了承。今後地震動の審査に進むとされた。</u></p> <p>【H29.8.25】(21回) 内陸地殻内地震の地震動評価について説明。</p> <p>【H29.9.15】(22回) 基準津波の策定（概要）及びプレート間地震の津波評価について説明。</p> <p>【H29.12.15】(23回) <u>海洋プレート内地震の地震動評価及び基準地震動の切り分け（Ss1及びSs2の領域）について説明し了承。</u></p>	<p>【H28.8.25】(55回) 有効性評価(長期安定性)に関するコメント回答を実施。</p> <p>【H28.9.15】(56回) 有効性評価(長期安定性)に関するコメント回答を実施。</p> <p>【H28.11.17】(57回) 耐震設計に関する論点について説明。</p> <p>【H29.5.25】(58回) 重大事故等対策の有効性評価（全交流動力電源喪失シーケンス）に関するコメント回答を実施。</p>

(H30.1.11日現在)

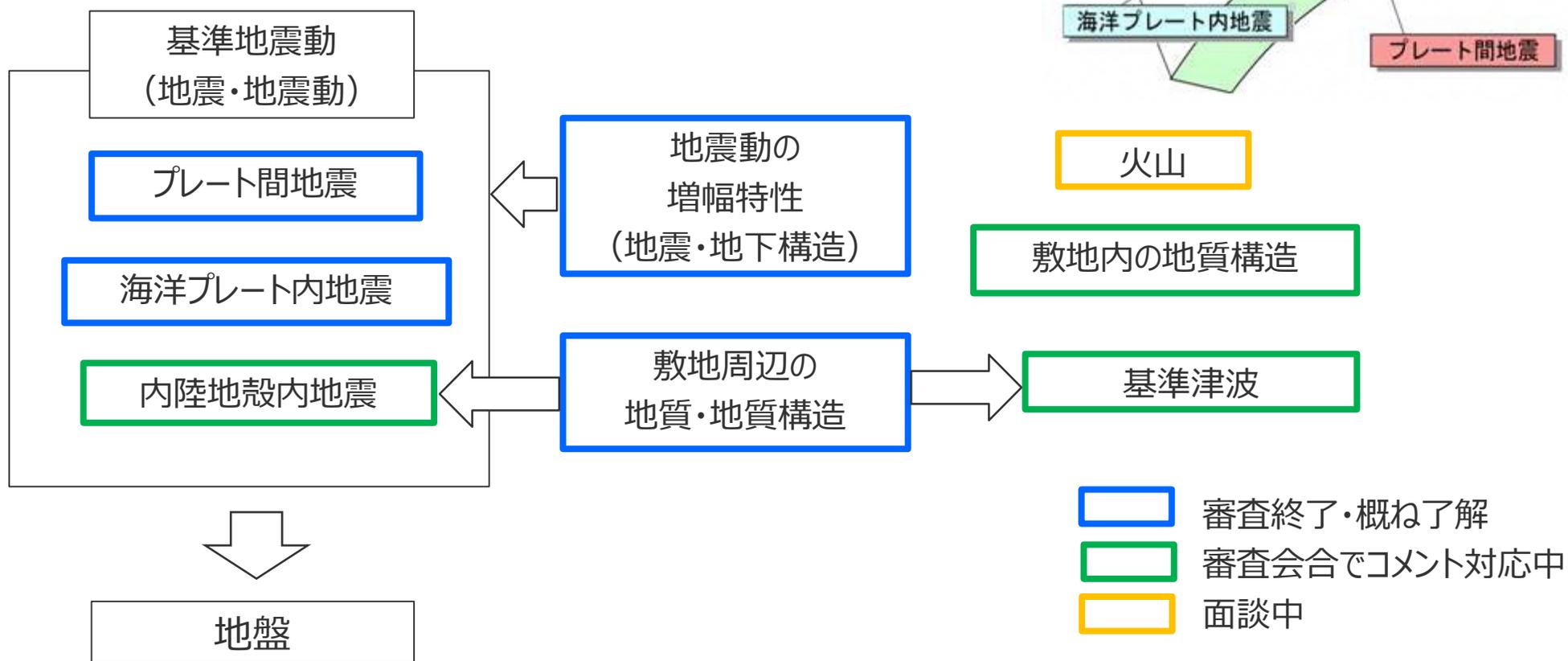
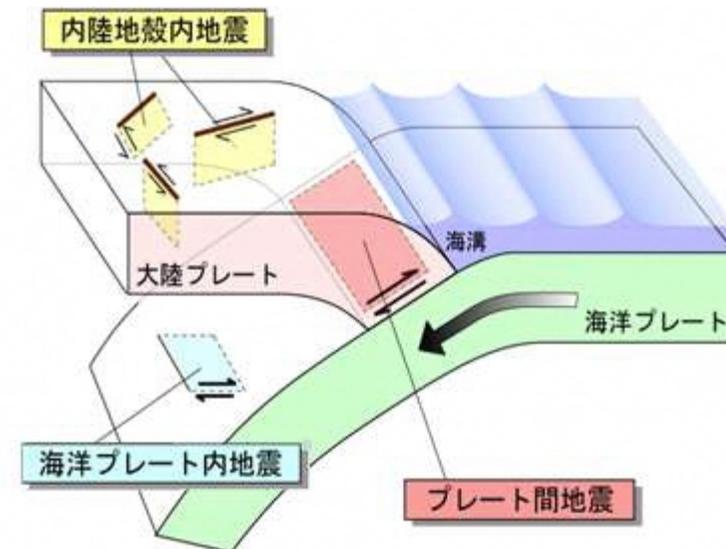
01 | 地震・津波等に関する主な審査項目と審査の状況

主な審査項目		審査の状況※	
地質	敷地周辺	陸域・海域の地質、地質構造等を踏まえて震源として考慮する活断層を評価する	審査会合終了 (H29.8.4)
	敷地内	敷地内の断層について、分布や後期更新世（約12～13万年前）以降の活動性を評価する	コメント対応中
地震	地下構造	地震観測記録及び地下構造調査結果の分析を行い、敷地における地震動の増幅特性を評価する	審査会合終了 (H27.2.13)
	地震動	プレート間地震をはじめ敷地への影響が大きい検討用地震を選定し、不確かさを考慮して地震動評価を行い基準地震動を策定する	コメント対応中
津波	プレート間地震をはじめ敷地への影響の大きい津波発生要因を選定し、不確かさを考慮して津波評価を行い基準津波を策定する	コメント対応中	
火山	発電所から半径160km範囲内の第四紀火山を調査し、火山事象の到達の可能性、到達した場合の影響について評価する	面談実施中	
地盤	基準地震動に対して、基礎地盤の安定性（すべり安全率、支持力、傾斜）および周辺斜面の安定性（すべり安全率）を評価する	今後実施	

※【コメント対応中】：審査会合でのコメント対応中 【面談実施中】：審査会合前の規制庁との面談実施中 【今後実施】：審査・面談とも実施前

01 | 地震・津波等に関する各審査項目の関連について

- 「地震動の増幅特性」、「プレート間地震」、「海洋プレート内地震」、「敷地周辺の地質・地質構造」は審査会合で了承。
 現在、「内陸地殻内地震」、「敷地内の地質構造」、「基準津波」について審査中。



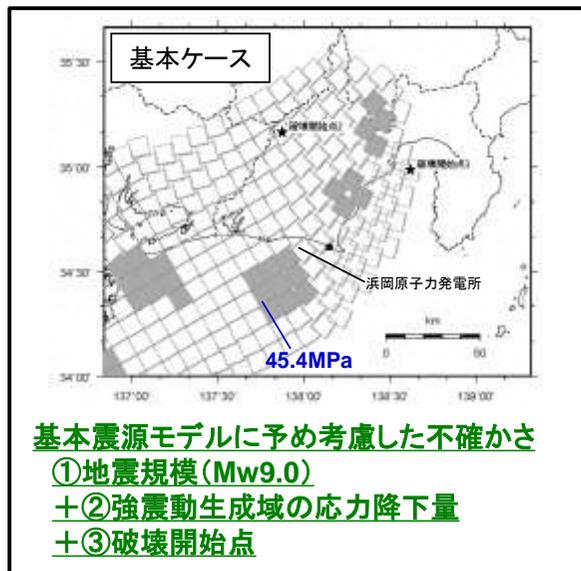
01 | 地震・津波等に関する現時点での審査の状況

審査項目	会合回数	審査の状況	主なコメント
敷地内の地質・地質構造	3回	<ul style="list-style-type: none"> ○原子力規制委員会による現地調査を実施（H29.3.27、28）、追加調査状況を説明（第482回：H29.6.30） ○引き続き、調査結果を踏まえたH断層系の活動性等について審査 	<ul style="list-style-type: none"> ○小断層系の検討（H断層系の代表性）、H断層系の分布・性状（活動性が同一）、H断層系の活動性について調査データを充実して説明すること。
基準地震動	10回	<ul style="list-style-type: none"> ○プレート間地震の地震動評価に加え、<u>海洋プレート内地震の地震動評価、基準地震動の切り分け（Ss1・Ss2の領域）</u>について概ね了承（第532回：H29.12.15） ○引き続き内陸地殻内地震の地震動評価を審査 	<ul style="list-style-type: none"> ○プレート間地震について、浜岡周辺の地域性を考慮した場合、不確かさ考慮が十分か説明すること。地震規模をMw9.1とした場合の影響を検討すること。（第246回：H27.7.3） ○海洋プレート内地震の基本震源モデルの設定（断層位置、地震規模、震源深さ）が妥当か検討すること。（第253回、第482回：H27.7.24、H29.6.30）
基準津波	1回	<ul style="list-style-type: none"> ○プレート間地震の津波について審査（第509回、H29.9.15） ○引き続きプレート間地震以外も含め審査 	<ul style="list-style-type: none"> ○内閣府の最大クラスの津波想定的位置づけを整理した上で、基準津波の不確かさの考慮が十分であるか説明すること。

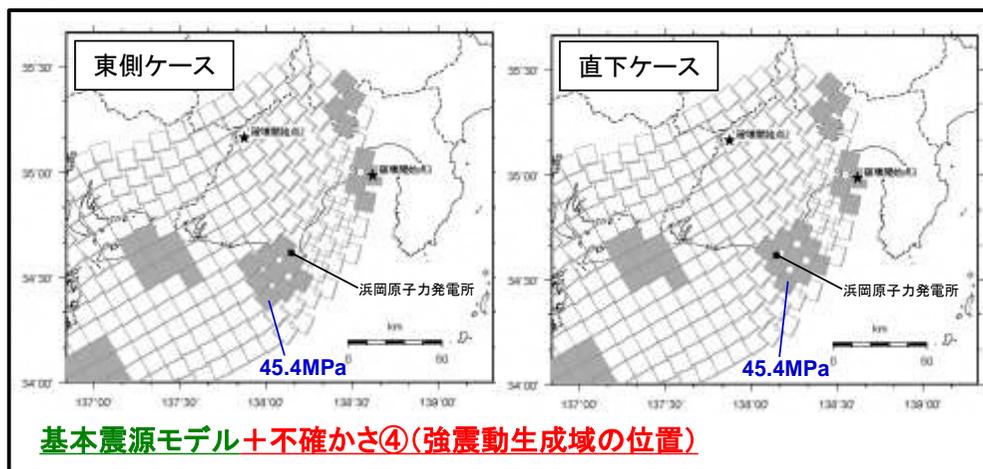
プレート間地震の地震動評価

- 浜岡周辺の地域性を考慮し、内閣府モデル（最大クラスの地震）に対して、「破壊開始点を新たに追加」して基本震源モデルを設定し、不確かさの考慮として、「強震動生成域を敷地下方に設定」、「分岐断層との連動」したケースを考慮。更に、地震規模の不確かさを考慮（Mw9.1）したケースを実施した。

基本震源モデル



強震動生成域の位置の不確かさの考慮

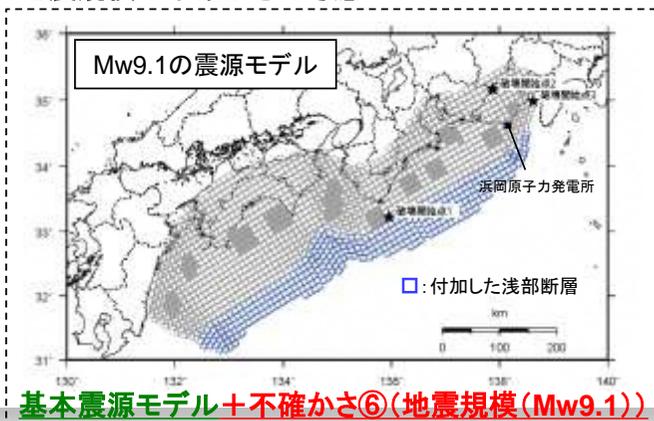


強震動生成域を敷地下方に設定

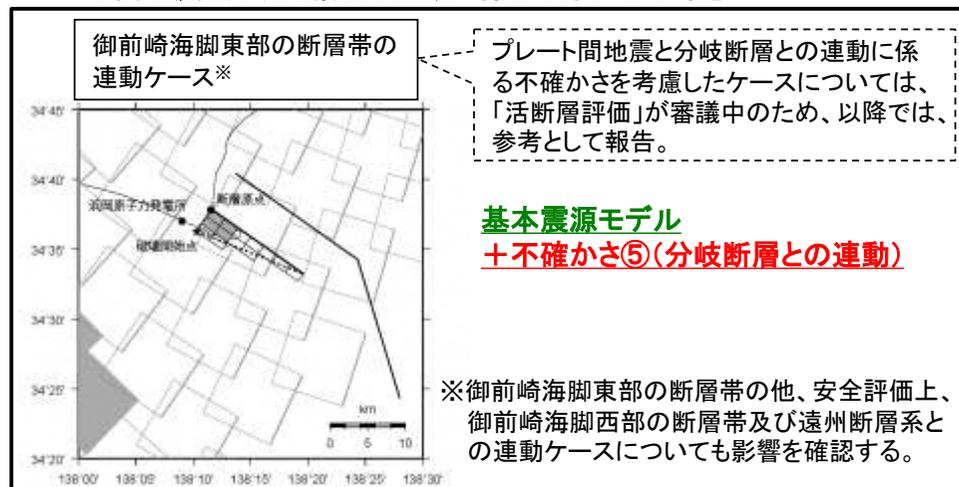
分岐断層との連動を考慮

Mw9.1モデルを設定

地震規模の不確かさの考慮



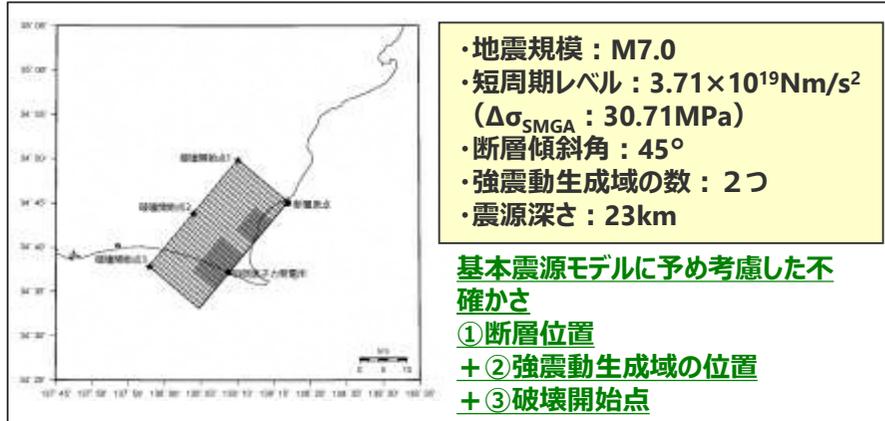
プレート間地震と分岐断層との連動に係る不確かさの考慮



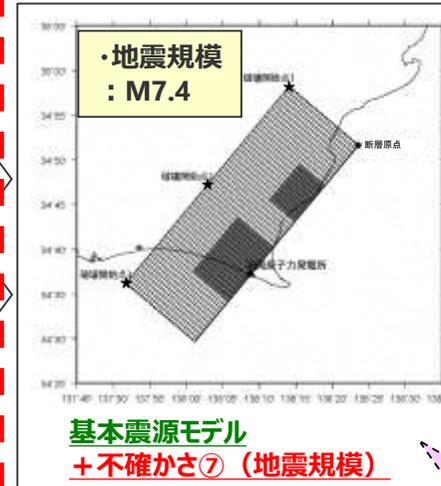
01 | 海洋プレート内地震の地震動評価(1/2)

●基本震源モデルに考慮する不確かさとして、審査でのコメントを踏まえ、地震規模の不確かさ及び震源深さの不確かさのケースを追加するとともに、断層位置の不確かさを考慮した震源モデルを設定し、基本震源モデルで考慮した各不確かさを考慮して地震動評価を実施している。

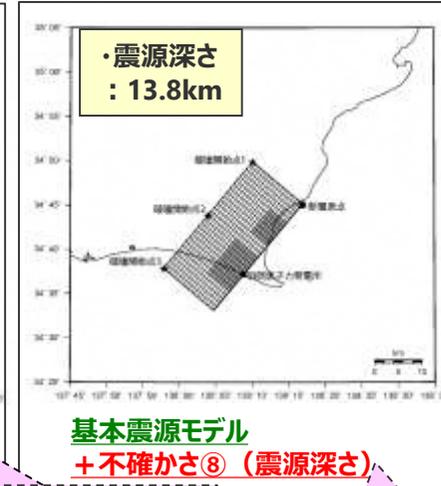
基本震源モデル (敷地下方の想定スラブ内地震)



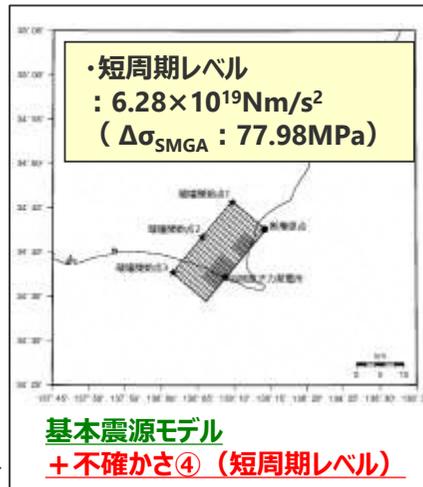
地震規模の不確かさ



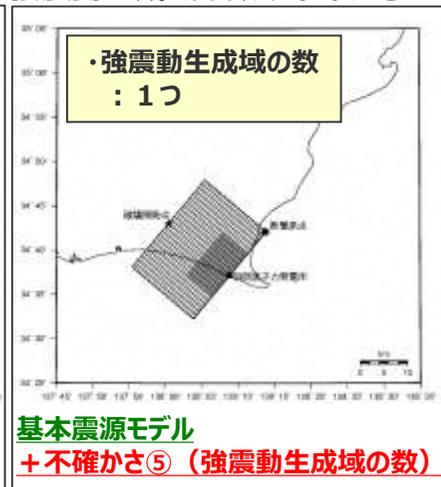
震源深さの不確かさ



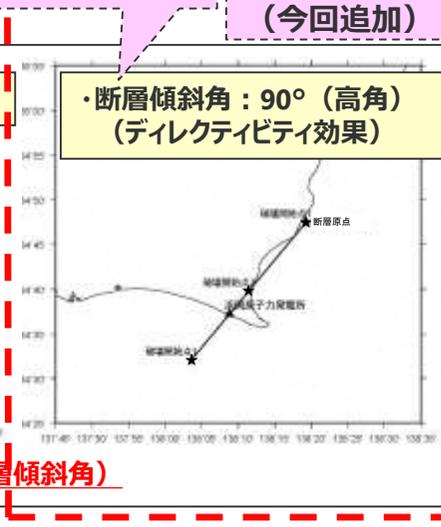
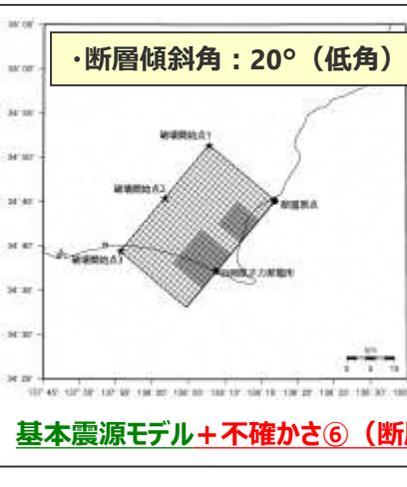
短周期レベルの不確かさ



強震動生成域の数の不確かさ



断層傾斜角の不確かさ



コメント回答

コメント回答 (今回追加)

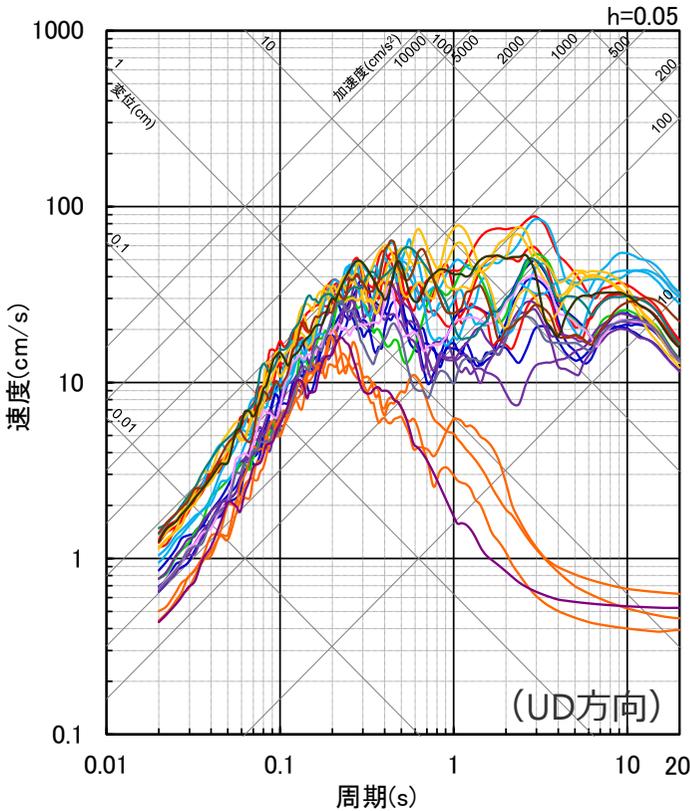
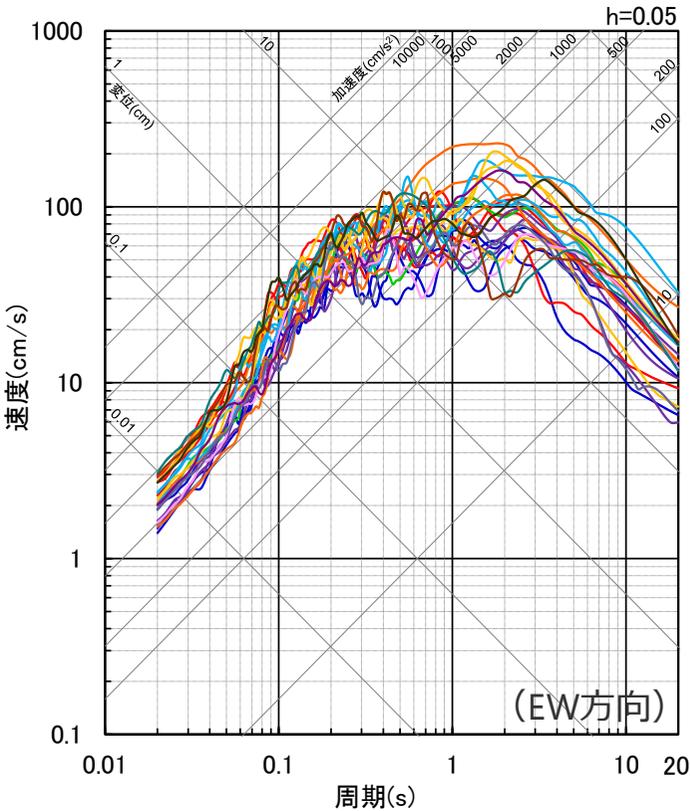
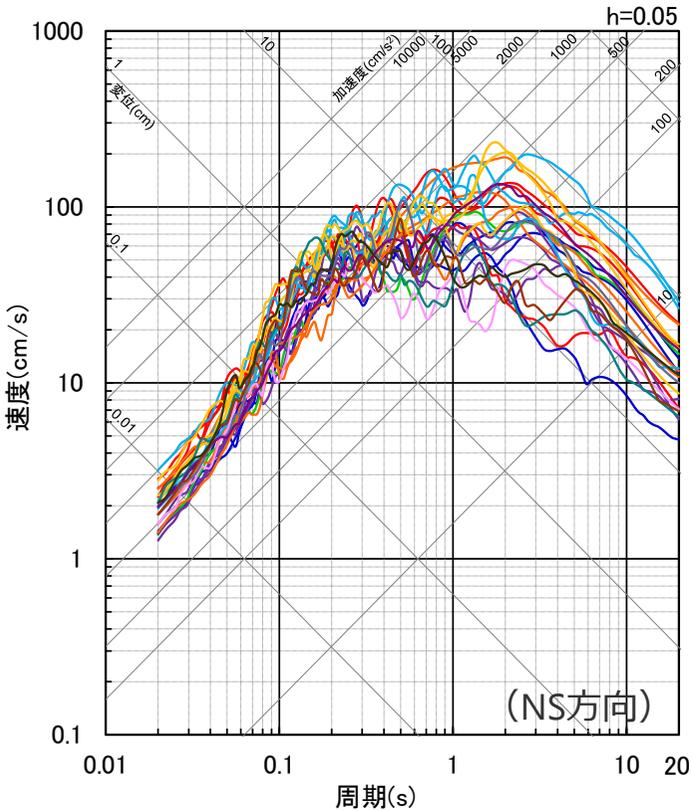
審査コメントを踏まえて追加したケース

断層位置の不確かさ考慮

01 | 海洋プレート内地震の地震動評価(2/2)

●海洋プレート内地震の地震動評価について審査で了承。海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法及び応答スペクトル法に基づく地震動評価結果は、今後、基準地震動※に反映し審査される予定。

- 基本震源モデル
- 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデル)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデル)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデル)
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)
- 断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデル)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデル)

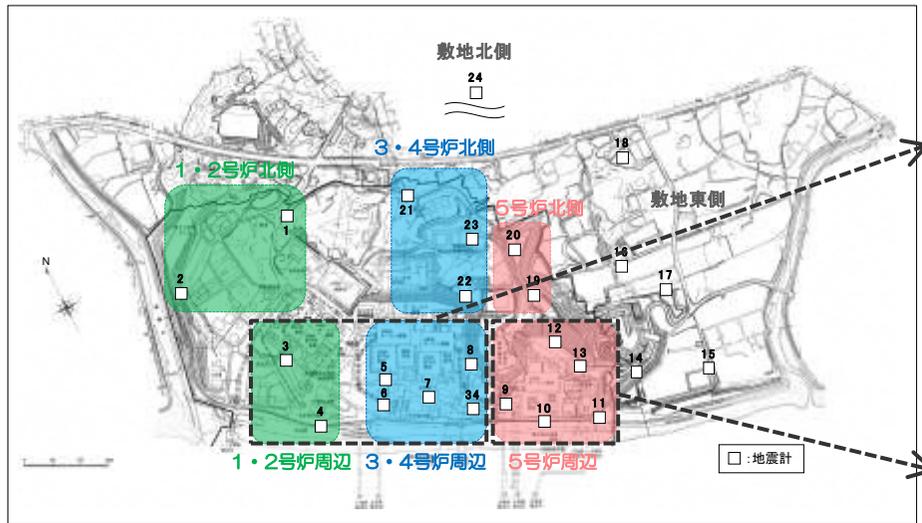
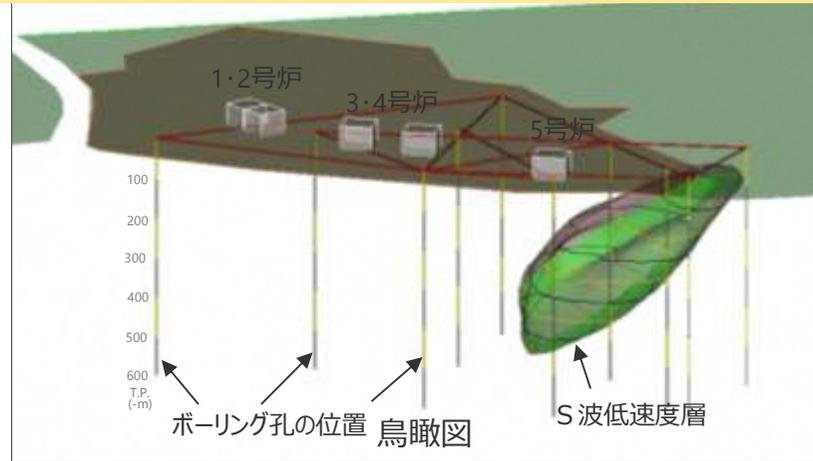
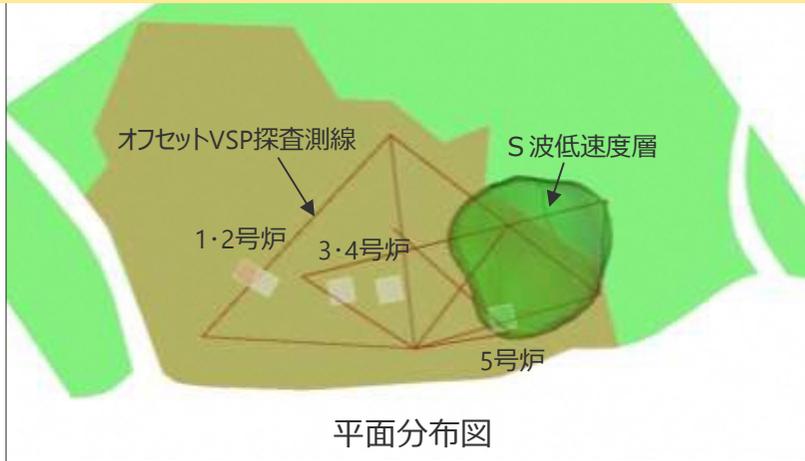


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果>
(全ての震源モデル)

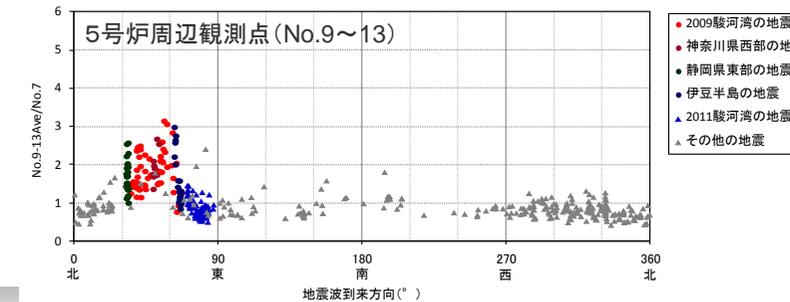
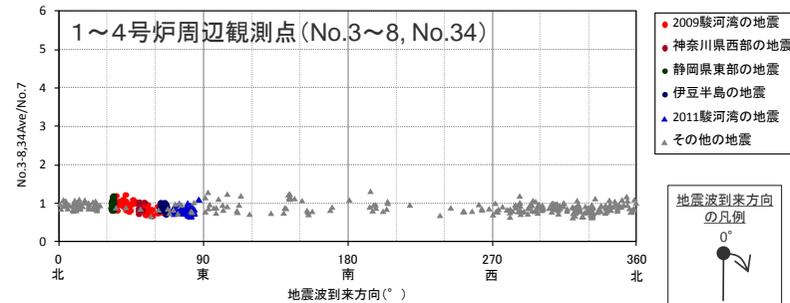
※当初申請における基準地震動Ss1-D:1200gal (水平),断層モデル波6波、基準地震動Ss2-D:2000gal (水平),断層モデル波14波

01 | 地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と考慮する領域(1/2)

●H21年の駿河湾の地震において5号機の揺れが他号機に比べて顕著に増幅した主要因として、調査結果の分析から5号機周辺から北東方向にかけて地下浅部に分布するS波低速度層であること、観測記録の分析から、5号機周辺の増幅がみられるのは駿河湾の地震の到来方向の地震に限られ、5号機周辺以外の観測点では顕著な増幅が見られないことを確認。



＜多点連続地震観測の地震計配置＞

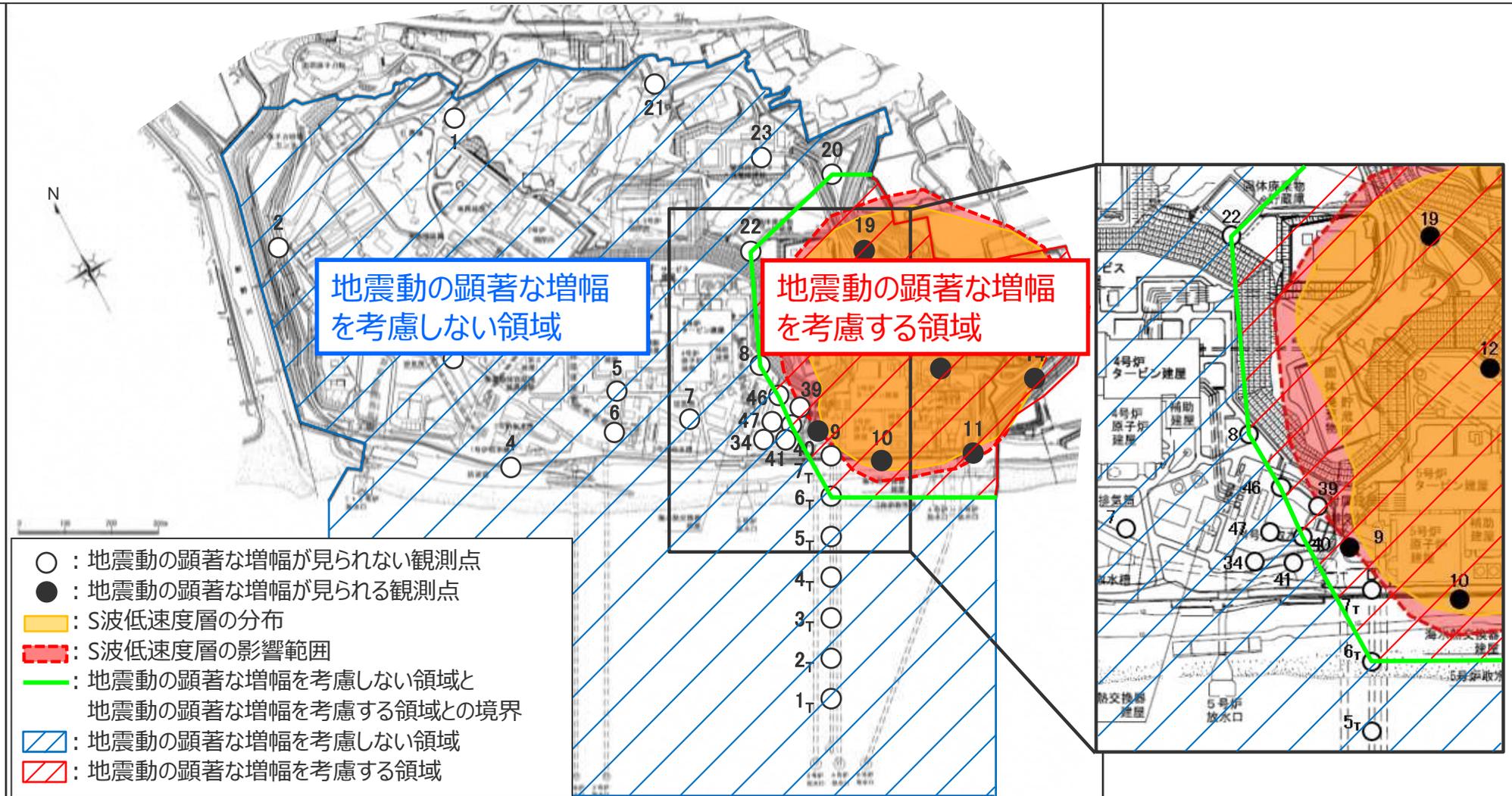


＜各地震の振幅比 (No.7基準) と地震波到来方向との関係＞
(水平平均) (観測期間H21.9.20～H26.7.26)

01 | 地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と考慮する領域 (2/2)

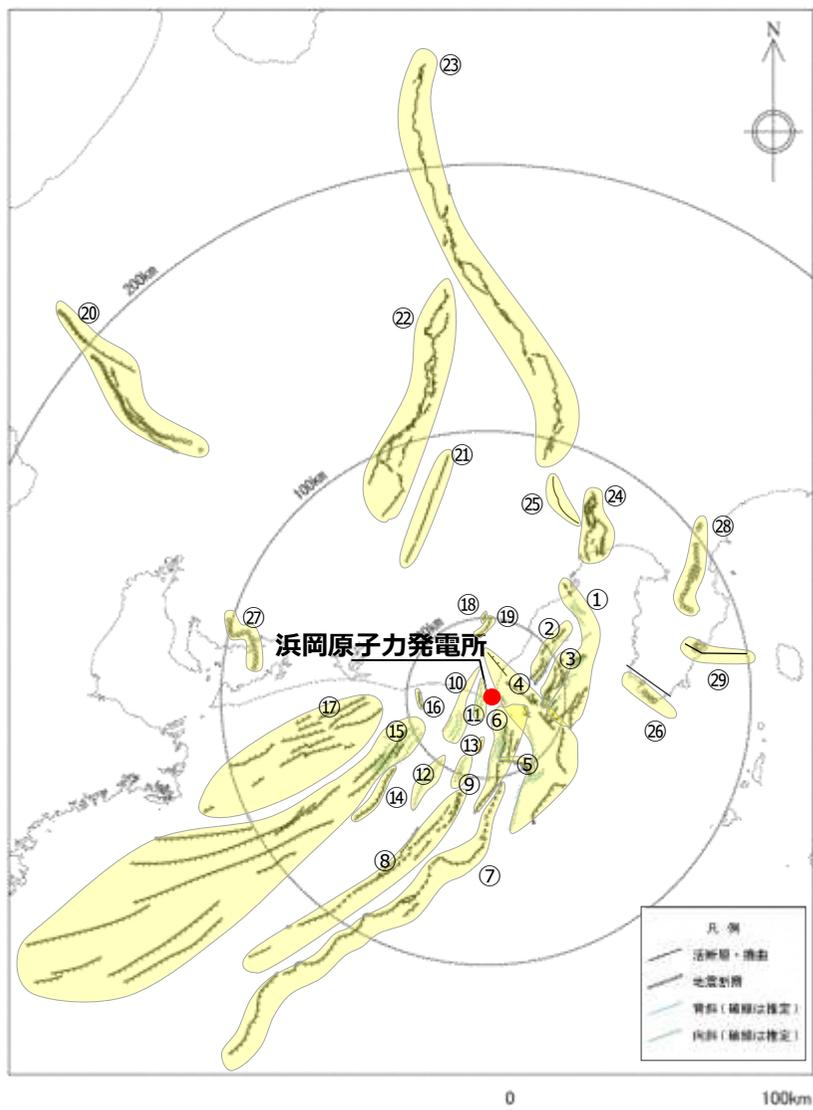
●地震動の顕著な増幅を考慮しない領域（青斜線）と地震動の顕著な増幅を考慮する領域（赤斜線）について審査にて了承。

○観測点毎の地震動の顕著な増幅の有無（地震観測記録の分析）に基づき、S波低速度層の分布及び影響範囲（地下構造調査結果の分析）も踏まえて、地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域を設定する。



敷地周辺の地質・地質構造 活断層評価

●敷地周辺の地質・地質構造について、各種調査を実施し海域及び陸域にて震源として考慮する活断層を評価。以下の29の断層を内陸地殻内地震の地震動評価において考慮する活断層とすることで審査会合（H29.8.4）で了承。



No	活断層の名称	活断層長さ (km)	対応する断層の名称
①	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	62.6	根古屋海脚東縁の断層帯 (A-31,A-26,S-18,A-27), 石花海堆東縁の断層帯 (北部セグメント) (F-35,A-28,A-29,S-17,A-10), 石花海堆東縁の断層帯 (南部セグメント) (F-28,A-1,F-19,F-27)
②	石花海盆内西部の断層帯	26.4	F-17,F-26,F-32,F-33,A-9,S-1,S-16
③	石花海盆内東部の断層帯	23.4(21.7)	F-1,F-2,F-3,F-4,F-18,F-34,A-11,A-12,F-36,F-37,S-22
④	御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層	86.3 (72.6)	御前崎海脚東部の断層帯 (北部セグメント (F-6,F-7,F-8,F-5,F-39,F-40,F-41,F-44,A-32,A-33,A-30,A-38), 南部セグメント (F-29,F-30,A-21,A-22,A-34,A-35,S-9)), 牧ノ原南稜の断層
⑤	F-12断層	16.0	F-12,F-24
⑥	御前崎海脚西部の断層帯	46.9(40.2)	A-13,A-19,A-3,F-9,A-20,S-3,F-14,F-23,F-22,F-21, 活断層研究会(1991)の断層, F-20,F-43,F-45,F-46,F-47,A-36,S-21, 及び御前崎台地～御前崎南方沖の褶曲群
⑦	東海断層系	156.9	東海断層系
⑧	小台場断層系	109.5	小台場断層系
⑨	A-4断層	12.1	A-4,S-12,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑩	A-5・A-18断層	31.0(11.5)	A-5,S-11,S-10,A-18グループ
⑪	A-17断層	15.7	A-17グループ
⑫	A-6断層	22.4	A-6,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑬	A-41断層	7.0	A-41
⑭	天竜海底谷に沿う断層	26.1	天竜海底谷に沿う断層
⑮	遠州断層系	173.7	遠州断層系, A-7,A-8,S-4,S-13,S-14,S-15
⑯	F-16断層	7.1	F-16
⑰	渥美半島沖の断層	76.8	荒井・他(2006)の渥美半島沖断層群に関連する断層, 鈴木(2010)等の遠州灘撓曲帯
⑱	杉沢付近のリニアメント・変位地形	2.6	杉沢付近のリニアメント・変位地形
⑲	大島付近のリニアメント・変位地形	8.7	大島付近のリニアメント・変位地形
⑳	濃尾断層帯	約76* ¹	濃尾断層帯
㉑	中央構造線北端部	54	中央構造線北端部
㉒	伊那谷断層帯	約79* ¹	伊那谷断層帯
㉓	糸魚川－静岡構造線活断層帯	約158* ¹	糸魚川－静岡構造線活断層帯
㉔	富士川河口断層帯	約26以上* ¹	富士川河口断層帯
㉕	身延断層* ³	約20* ¹	身延断層
㉖	石廊崎断層	約20* ¹	石廊崎断層
㉗	深溝断層	約22* ²	深溝断層
㉘	北伊豆断層帯	約32* ¹	北伊豆断層帯
㉙	稲取断層帯	約23* ¹	稲取断層帯

赤字: これまでの活断層評価に係る審査内容等を反映し、当初申請から追加・変更した箇所 (断層の長さにおける括弧内の数値は当初申請時の数値)

■: プレート間地震に伴う分岐断層として評価
 *¹: 地震調査委員会の長期評価に基づく
 *²: 産業技術総合研究所活断層データベースに基づく
 *³: 地震調査委員会長期評価(2015)をもとに身延断層を追加し、神縄・国府津－松田断層帯を削除した。

- 中部電力、東京電力HDおよび北陸電力は、運用中の改良型沸騰水型軽水炉（A BWR）を保有していることと、互いに地理的に近接していることを踏まえ、原子力安全向上にかかる相互技術協力を行うこととし、3社間で協定を締結（H29.3.7）

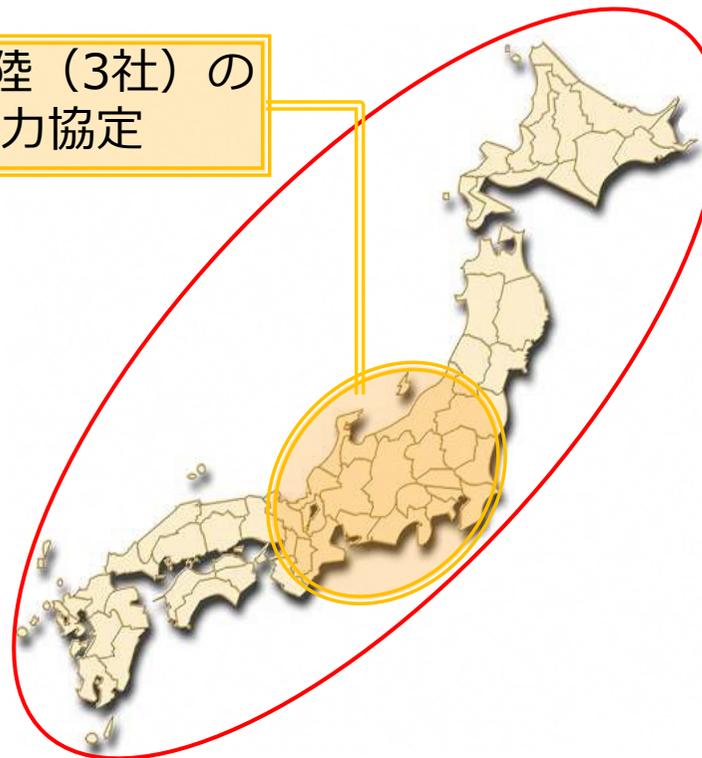
発電所の安全性向上に向けた技術的協力 （炉型の同一性を活かした技術的協力）

- 運転員技能向上
 - ・ 運転訓練シミュレータを用いた相互訓練
- 運転知見、ノウハウの共有
 - ・ 現場ウォークダウン、ヒューマンエラー事例検討
 - ・ 制御室での引継ぎ、ミーティング、訓練等の観察

地域の皆さまの避難支援等の協力 （地理的近接性を活かし、12社間協定の 実効性をより一層高める）

- 事故収束活動支援
 - ・ 発災事業者への技術者派遣による状況把握
 - ・ 災害対策支援拠点の運営助勢 等
- 住民避難に関する活動支援
（要員や資機材の提供等）
 - ・ 緊急時モニタリング
 - ・ 避難退域時検査 等
- 原子力防災訓練への相互参加

中部・東京・北陸（3社）の 相互技術協力協定



原子力事業者間協力協定

- ・ 原子力災害時における協力
（電力9社、日本原子力発電（株）、電源開発（株）、日本原燃（株）の12社、JCO事故を踏まえ、H12.6締結、1F事故を踏まえ、H26年充実）

02 | 3社の協力協定に基づく共同訓練

● 運転訓練シミュレータを用いた相互訓練

- ・ 東京電力HD柏崎刈羽原子力発電所において、緊急時対応のシミュレータ訓練を通じた技術交流を実施（H29.11.10）
- ・ 当社浜岡原子力発電所から運転員はじめ関係者9名が参加したほか、東京電力HD、北陸電力の運転員等が参加



中部電力（左）、東京電力HD（右上）、北陸電力（右下）

● 現場ウォークダウン（ベンチマーキング）、運転知見・ノウハウの共有

- ・ 志賀原子力発電所にて現場ウォークダウン（ベンチマーキング）を実施（H29.9.28、29）
- ・ 運転業務における中央制御室での引継、ミーティング、現場対応訓練等についての観察や、各社の事例に基づくヒューマンエラー事例検討会を実施
- ・ 各社の運転員の議論より、新たな気づきや、相互のレベルアップにつながるノウハウ・知見を共有

● 緊急事態対策訓練

- ・ 各社の緊急事態対策訓練に要員を派遣
（H29.8.23は中部電力、
H29.10.4は東京電力HDへ）



中部電力での訓練の様子



東京電力HDでの訓練の様子

- ・ 協定事業者は、警戒事態の段階で、速やかに技術者をリエゾンとして即応センターに派遣
- ・ 発災事業者は、派遣された技術者を通じて事故収束活動や住民避難支援に必要な要員や資機材等の提供を受ける

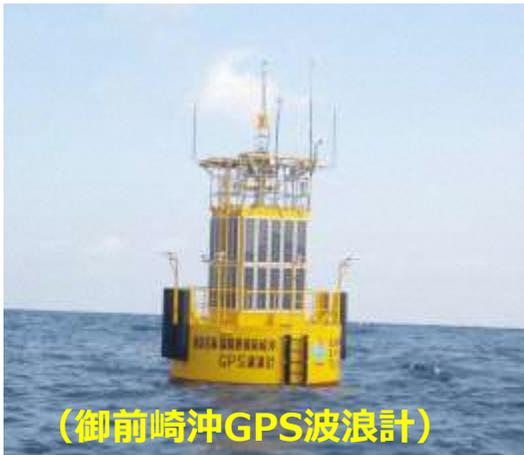
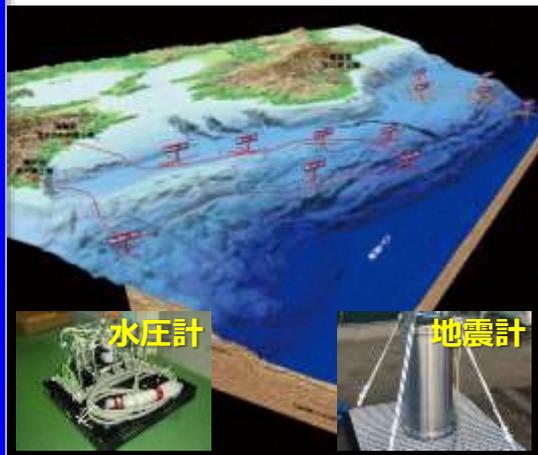
03 | 津波監視システムの開発

- 津波発生時の初動対応に役立てるため、沖合の観測情報をリアルタイムで監視し、襲来を予測する「津波監視システム」を開発
- DONET、GPS波浪計を取り込んだプロトタイプをH28年に構築。海洋レーダ・高感度カメラの取込み、予測手法の改良を実施中

国などの機関からデータを受信

<DONET>

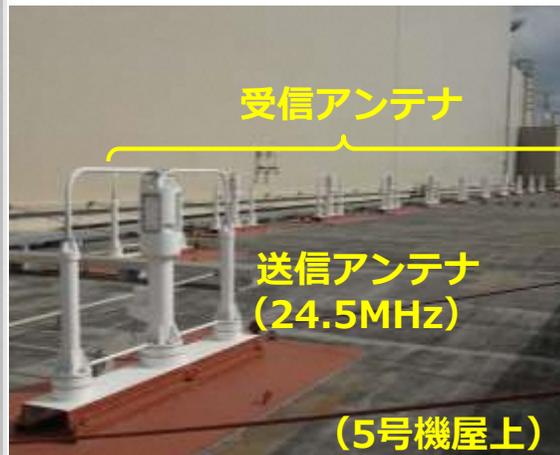
<GPS波浪計>



浜岡原子力発電所で観測

<海洋レーダ>

<高感度カメラ>



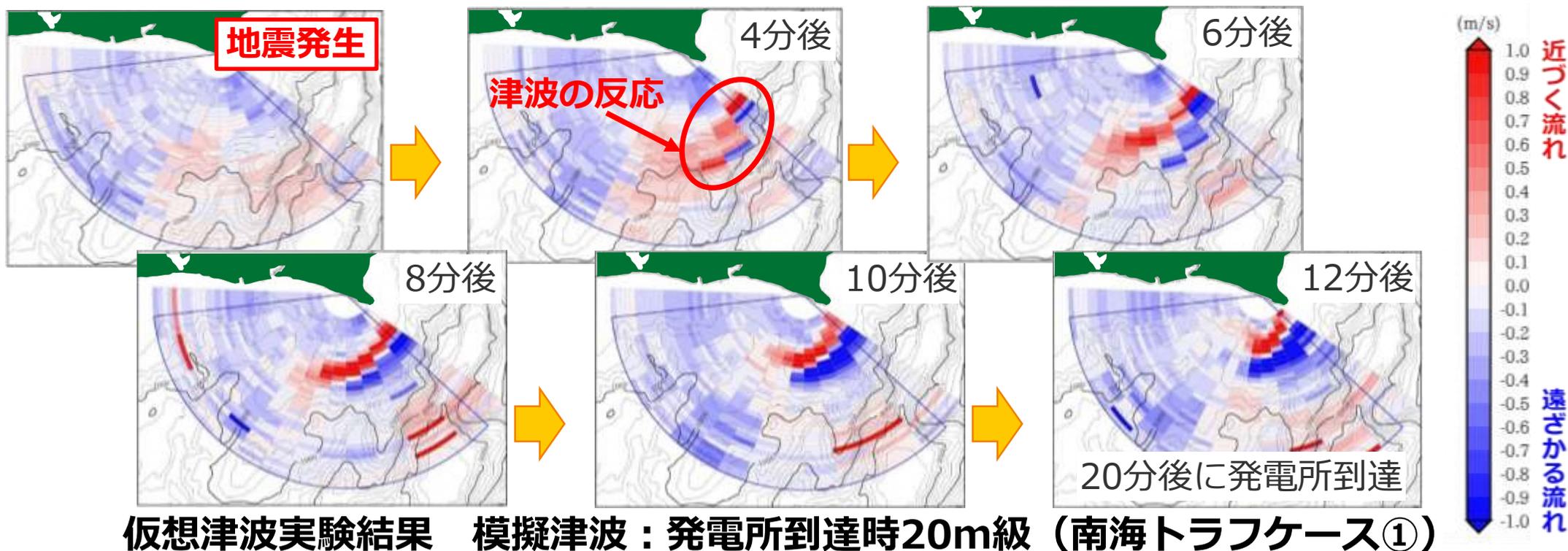
浜岡原子力発電所の海洋レーダ

- ・通常15~30分かかかる観測時間を1分に短縮 ⇒常設では世界初の津波対応機
- ・津波がどのように観測できるか検証が必要

仮想津波実験※による観測状況の再現

到達時20m級津波を30km以上沖合で観測

※：実観測データ（流速）と模擬津波データ（流速）を信号レベルで重ね合わせ、津波の観測状況を再現



03 | 研究成果の積極的な公開

- 公募研究をはじめ、原子力発電の安全性を高める研究成果を広く地域の皆さまにお知らせするため、「サイエンス・フォーラム」を開催

研究担当者によるステージ発表のほか、ポスターセッションなどを実施し、研究内容や成果を積極的に公開

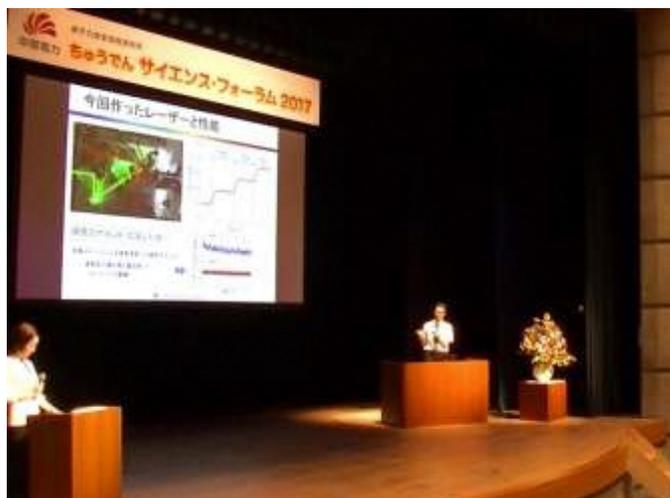
御前崎市にて開催した様子 (H29.7.22)



ポスターセッション



特別講演（野口健氏）



ステージ発表

