



資料 4

島根原子力発電所2号機の
新規制基準適合性に係る
審査状況等について

平成 27 年 6 月
中国電力株式会社

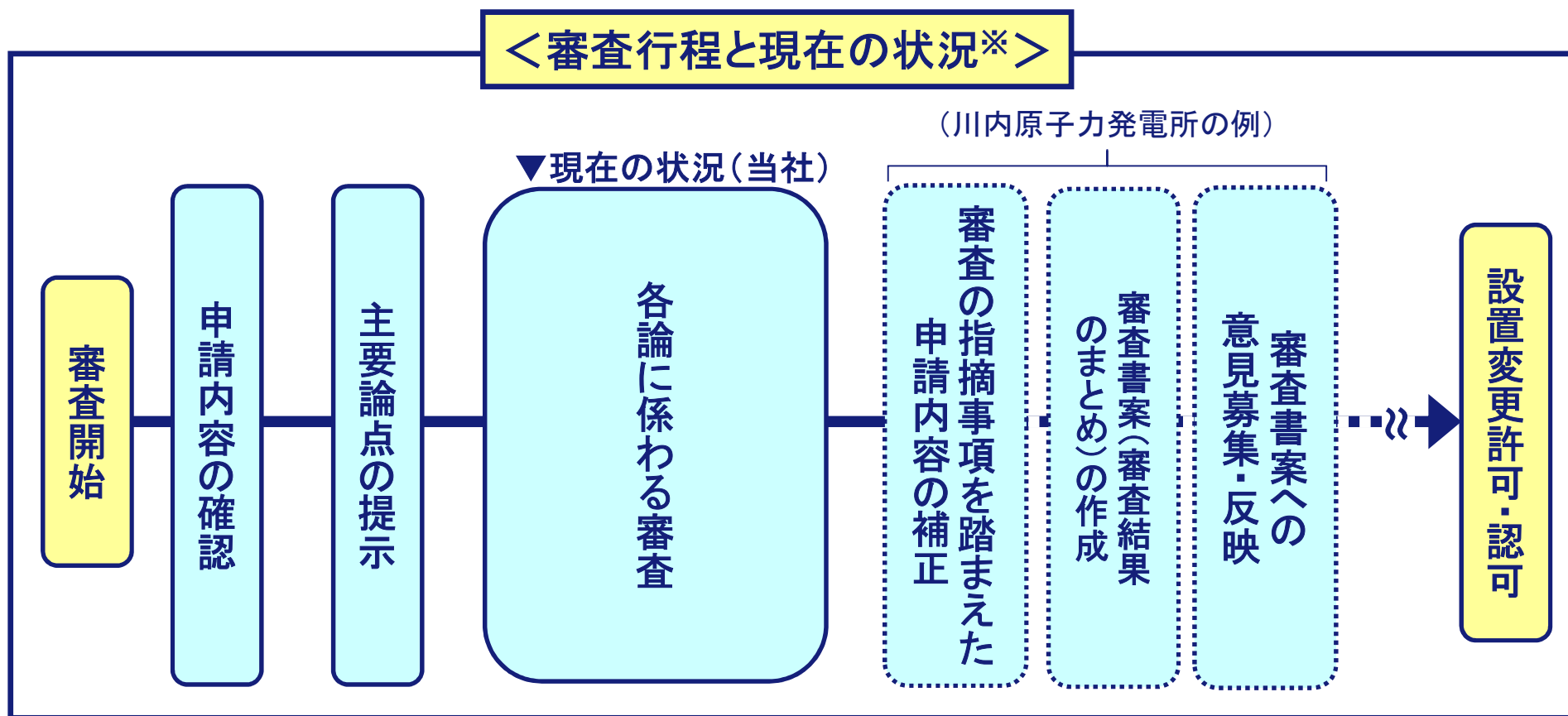
1. 適合性確認審査会合の開催状況
2. 新規制基準について
3. プラント関係の審査・対応状況
 - (1) 審査の主な流れ
 - (2) 有効性評価について
 - (3) フィルタ付ベント設備について
4. 地震・津波関係の審査・対応状況
 - (1) 審査の主な流れ
 - (2) 地下構造について

1. 適合性確認審査会合の開催状況

島根2号機 適合性確認審査状況

○平成25年12月25日、島根2号機の適合性確認に係わる申請書類※を原子力規制委員会へ提出し、現在審査を受けているところです。(H27.5.28現在 審査会合計49回開催)

※「原子炉設置変更許可申請書」、「工事計画認可申請書」および「保安規定変更認可申請書」



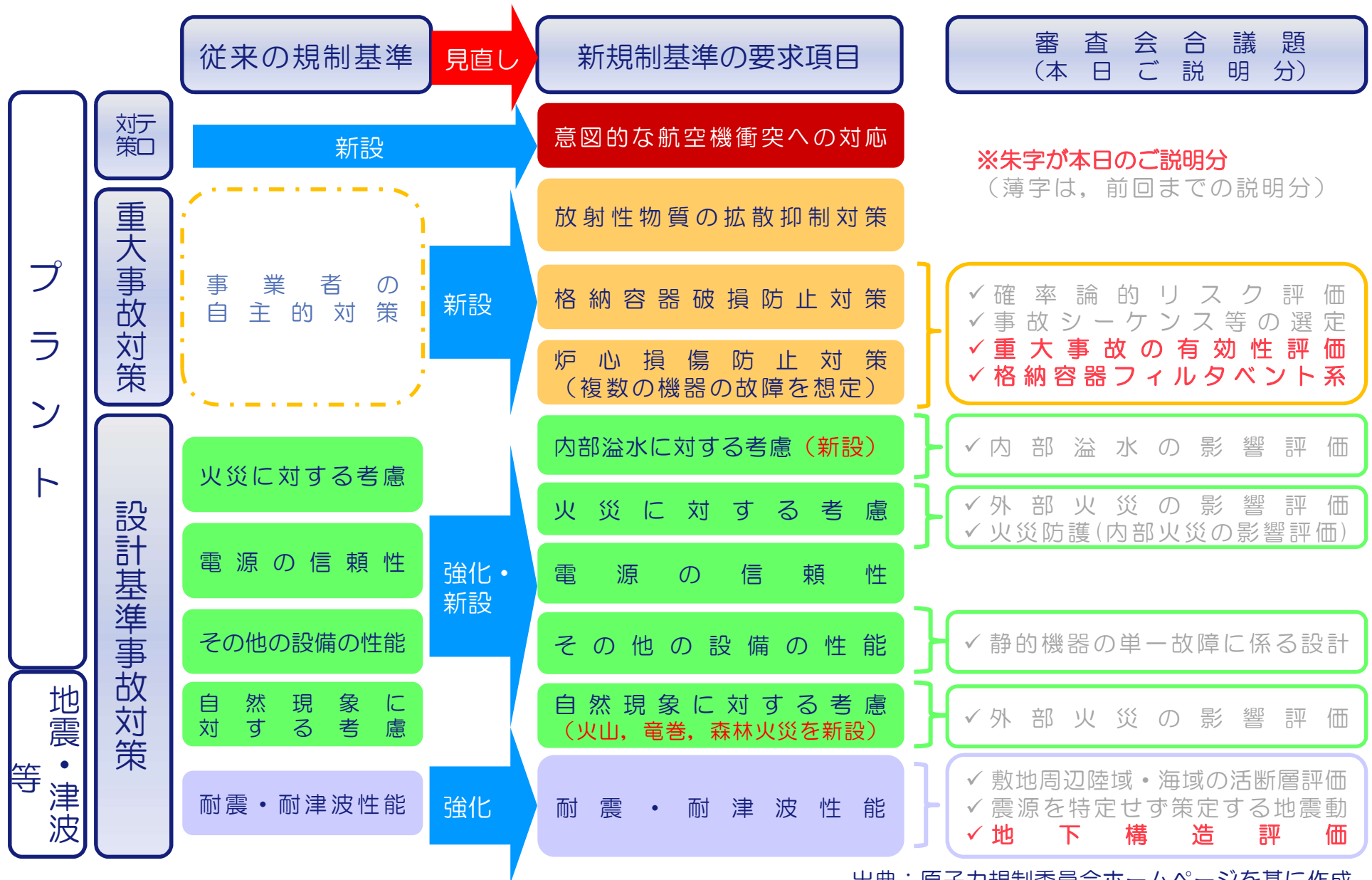
※審査状況や審査状況に係る関係自治体説明会の概要を、中国電力のホームページで公開しています。

2. 新規制基準について

主な審査項目

地震・津波等		
	項目	備考
地震	敷地及び敷地周辺の地下構造評価	実施済
	震源を特定して策定する地震動	実施中
	震源を特定せず策定する地震動	実施済
	基準地震動	未実施
	耐震設計方針	//
	敷地の地質，地質構造	実施中
	地盤・斜面の安定性	未実施
津波	基準津波	//
	耐津波設計方針	未実施

プラント		
	項目	備考
重大事故対策	確率論的リスク評価	実施中
	事故シーケンスの選定	//
	有効性評価	//
	解析コード	//
	制御室	未実施
	緊急時対策所	実施中
	フィルタ付ベント設備	//
	内部溢水	//
設計基準事故対策	火災（内部・外部）	//
	竜巻影響評価・対策	//
	火山影響評価・対策	未実施
	静的機器単一故障	実施中
	保安電源設備	未実施
	その他（誤操作防止・安全避難通路・安全保護設備 他）	実施中



3. プラント関係の審査・対応状況

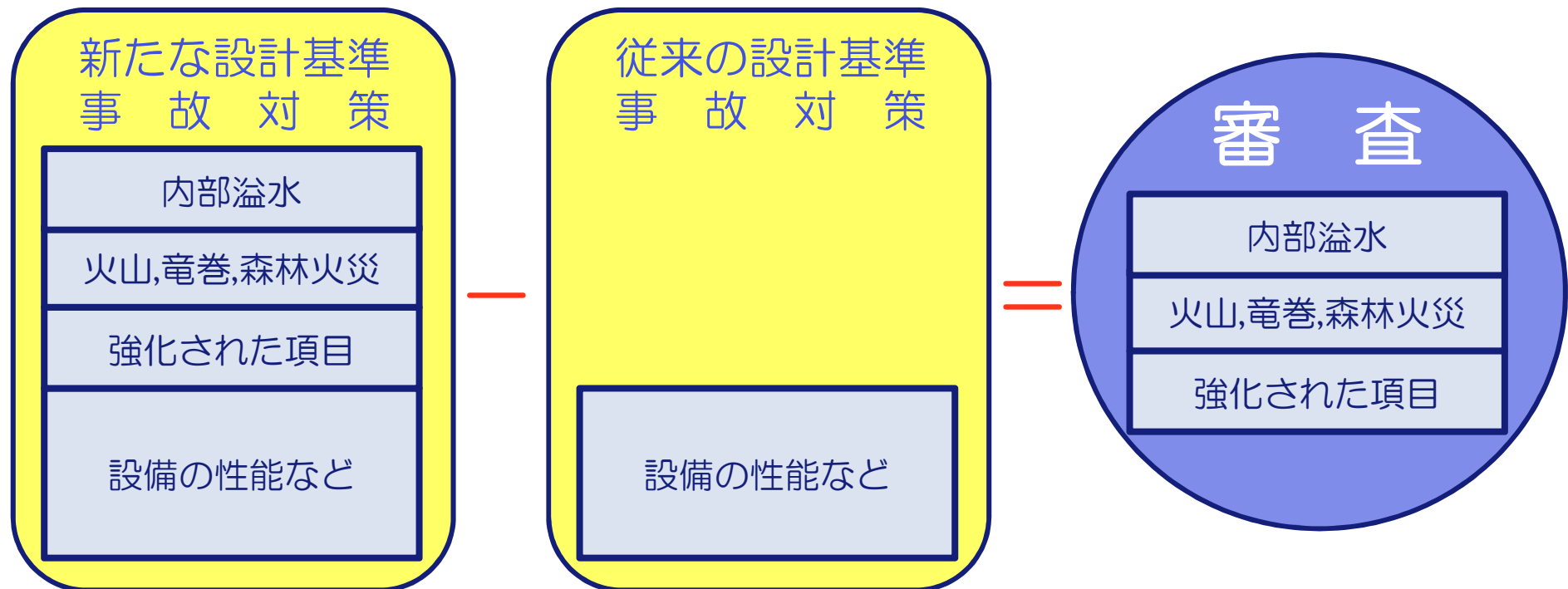
(1) 審査の主な流れ

プラントに関する審査の流れ〔設計基準事故対策の例〕

- プラント関係の審査は、「設計基準事故対策（事故を起こさない対策）」と「重大事故対策（事故が起こった場合の対策）」に大別。
- 「設計基準事故対策」は、従来の基準から強化された項目及び新設された自然現象といった外部要因に対する影響評価・対策について審査。

<代表的な項目例>

- ✓ 内部溢水
- ✓ 火山, 竜巻, 森林火災
- ✓ 火災

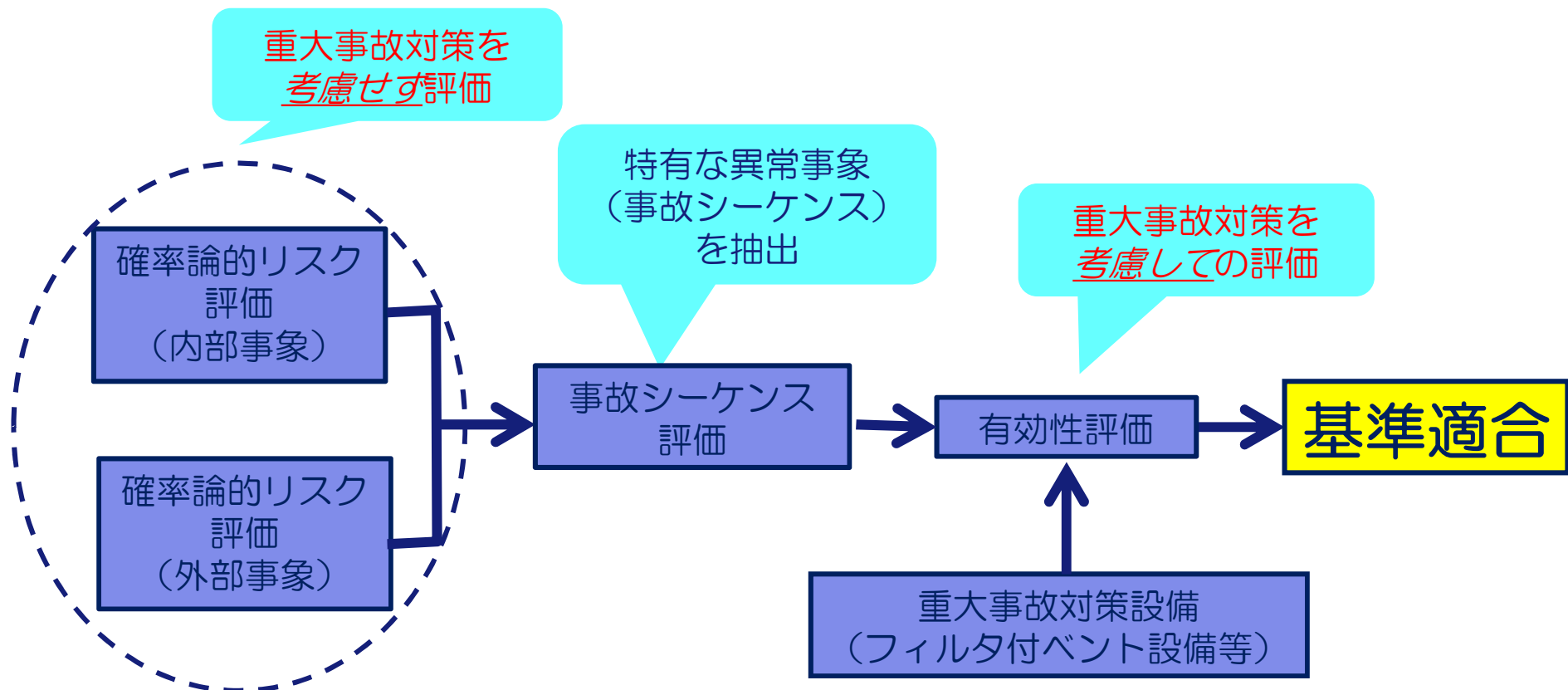


プラント関係の審査の流れ〔重大事故対策の例〕

○「重大事故対策」は、主に福島第一原子力発電所事故後に新たに配備・設置した設備や手順が有効に機能するかを評価。

<代表例>

- ✓ 送水車， 高圧発電機車などの可搬式設備
- ✓ フィルタ付ベント設備
- ✓ 緊急時対策所



3. プラント関係の審査・対応状況 (2) 有効性評価について

有効性評価に関する規定

<目的>

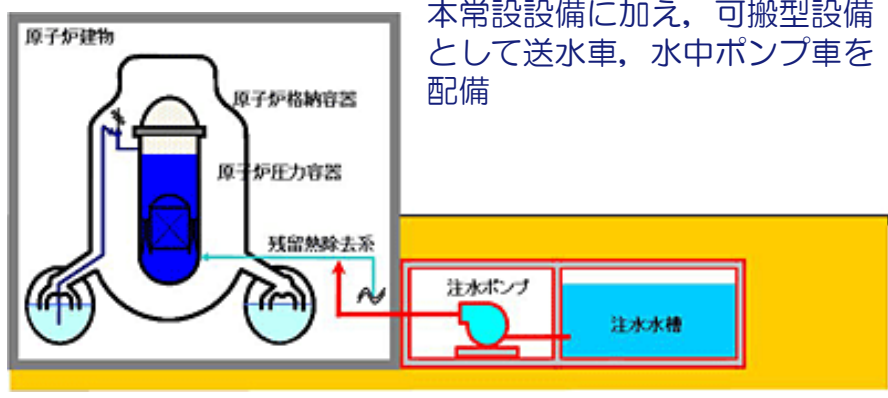
- 重大事故対策が有効に機能するかを確認（有効性評価）
 - 重大事故に至る可能性が想定される事故シーケンスグループ（「高圧・低圧注水機能喪失」などといった事故の組み合わせ）が発生しても、炉心の著しい損傷を防止するための必要な措置。
 - 重大事故が発生した場合において、格納容器の破損を防止し、異常な水準の放射性物質の放出を防止（セシウム137の放出量が100Tベクレルを下回る）するための必要な措置。

<手段>

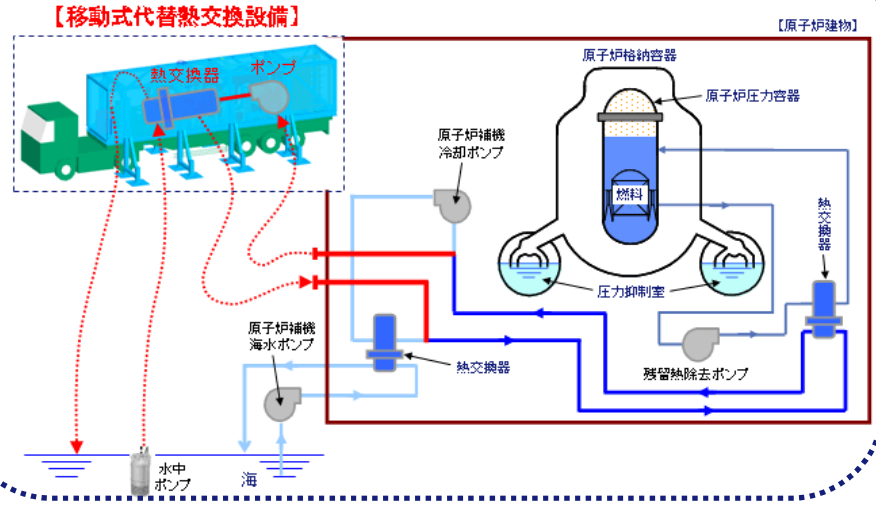
- 確率論的リスク評価により、基本的に重大事故対策を施していない状態で以下の事故シーケンスグループ等を抽出。
 - 炉心損傷防止 ⇒ 事故シーケンスグループ
 - 格納容器破損防止 ⇒ 格納容器破損モード（過圧・過温など破損に至る原因）
 - 燃料プール重大事故対策 ⇒ 想定事故1、2
 - 運転停止中原子炉重大事故対策 ⇒ 崩壊熱除去機能喪失、全交流動力電源喪失
原子炉冷却材の喪失、反応度の誤投入
- 有効性評価にあたっては、適切な評価手法を用い、感度解析等により不確かさの影響を考慮、外部支援なしで7日間を評価 等々。

<参考> 主な重大事故対策設備 (イメージ)

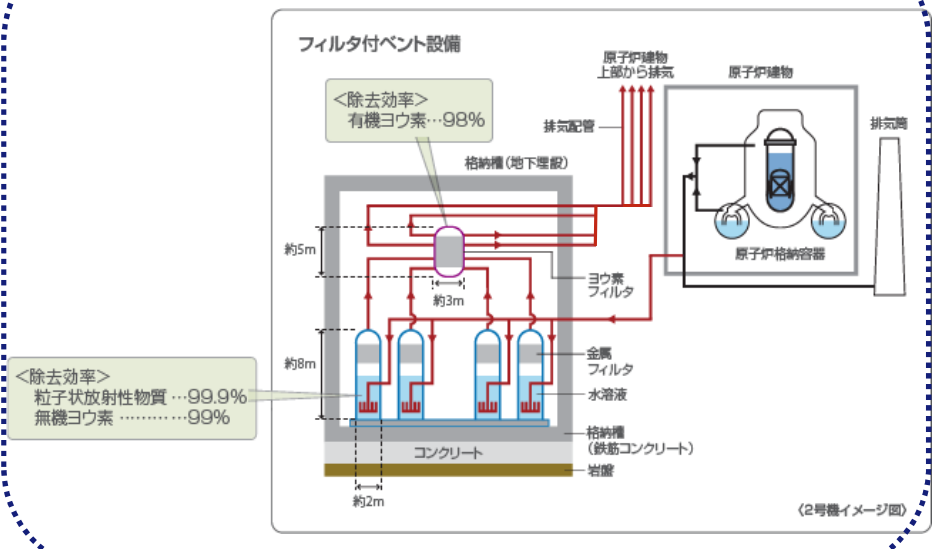
< 低圧原子炉代替注水系 >



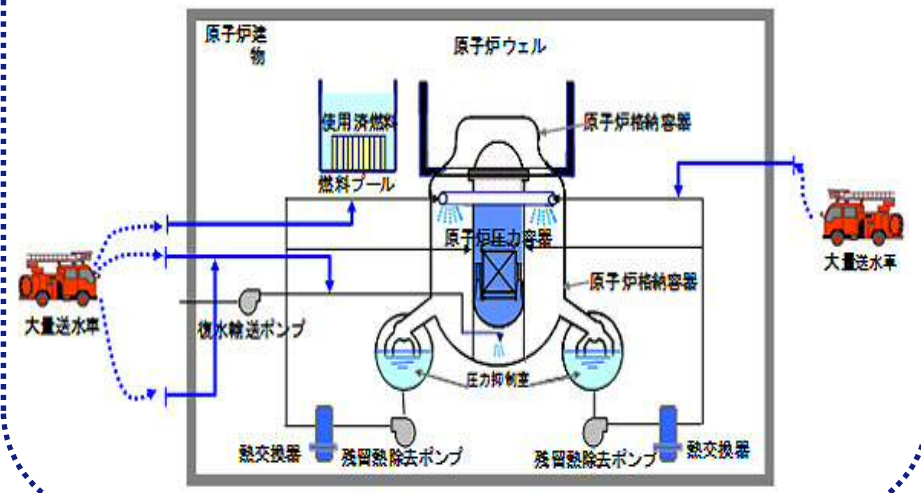
< 原子炉補機代替冷却系 >



< 格納容器フィルタベント系 >



< 格納容器代替スプレイ注水系・ペDESTAL代替注水系 >



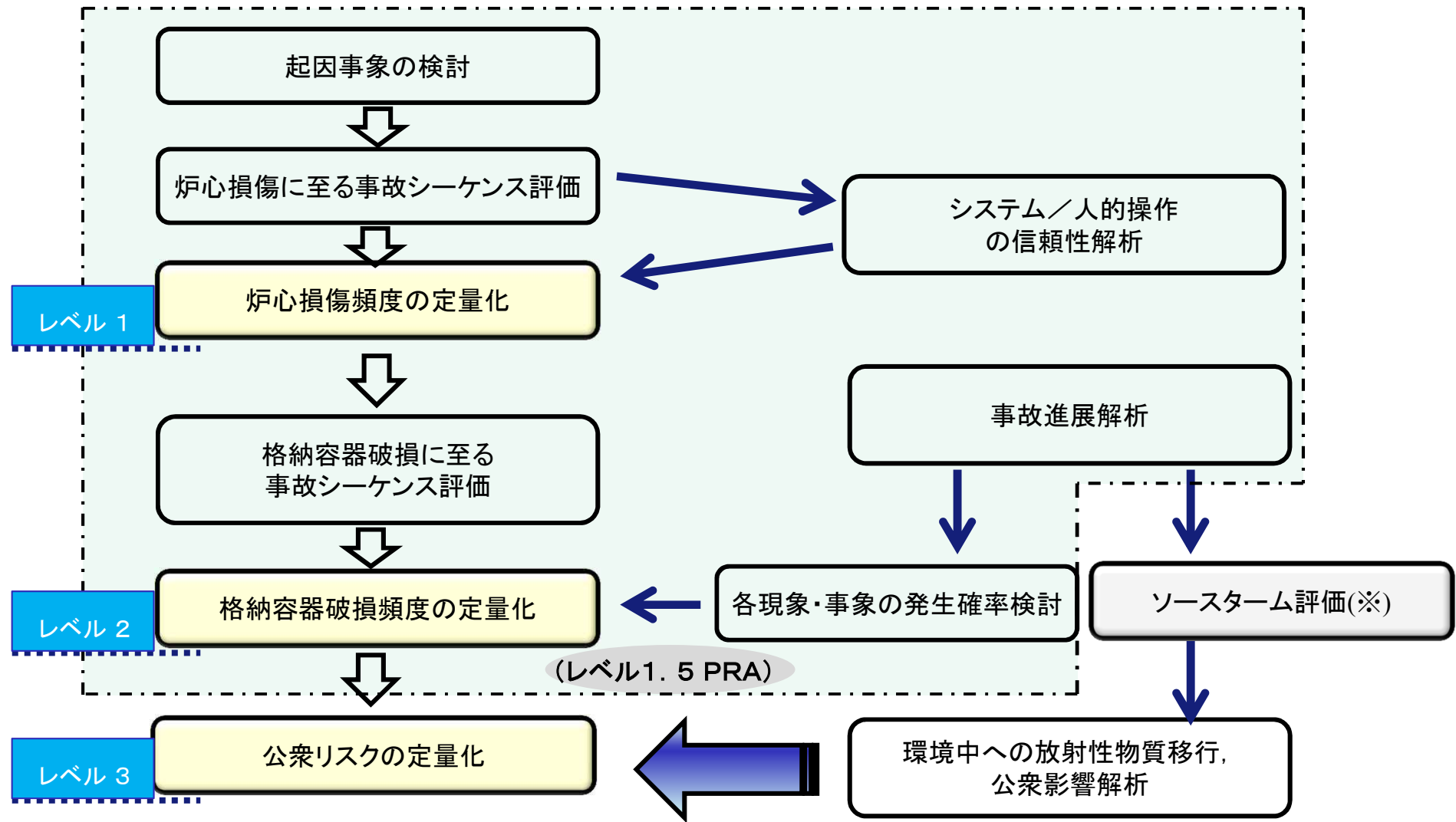
○確率論的リスク評価（Probabilistic Risk Assessment）

- 原子力発電所など大規模で複雑なシステムについて，発生し得るあらゆる事故を対象（⇒全ての事故シーケンスグループを抽出可能）
- その事故の発生確率と発生した時の影響を推定・評価（⇒炉心損傷頻度等の評価が可能）
- 原子力発電所の安全性，信頼性を総合的，定量的に評価

項目	確率論的リスク評価（PRA）	決定論的評価（設計基準事故解析）
評価対象	発生しうる起因事象およびその後の事象進展を網羅的に考慮	工学的見地から想定される代表的な事象と事象進展を考慮
故障の扱い	多重故障まで考慮	単一故障と外部電源喪失の考慮
評価条件	最適評価（Best Estimate）条件	結果が厳しくなるような保守的条件
結果の表現	定量的なリスクの程度	安全性の基準に対する適合性
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 決定論を補完する役割 ➢ 説明性・科学的合理性の向上 ➢ データベースの信頼性確保が課題 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 保守的な評価条件でプラントの挙動を解析（実挙動とは異なる） ➢ 定量的な安全余裕の評価が困難

確率論的リスク評価のレベル

○新規制基準への適合性確認審査においては、レベル1，1.5までが範囲。



※: 放射性物質の種類, 化学形態, 放出量, 放出時期など

PRA	PRA結果	プラントの特徴	主な重大事故等対策
内部事象 レベル1	炉心損傷頻度： 6.0E-06 (/炉年)	崩壊熱除去機能喪失の割合が大きい ⇒除熱手段（残留熱除去系を用いた除熱） の喪失による炉心損傷リスクが相対的に 大きい	<ul style="list-style-type: none"> • 低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉冷却 • 格納容器フィルタベント系による除熱 • 原子炉補機代替冷却系による除熱
地震 レベル1 (外部事象)	炉心損傷頻度： 1.0E-06 (/炉年)	全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒地震による外部電源喪失の発生後、非常用 ディーゼル発電機のサポート機能（原子炉 補機冷却系など）の喪失による炉心損傷 リスクが相対的に大きい	<ul style="list-style-type: none"> • ガスタービン発電機車による電源供給 • 低圧原子炉代替注水系（可搬型）による原子炉冷却 • 格納容器フィルタベント系による除熱
津波 レベル1 (外部事象)	炉心損傷頻度： 4.7E-07 (/炉年)	広範な緩和設備の機能喪失により直接炉心 損傷に至る事象の割合が大きい ⇒防波壁及び防水壁の設置、止水処理等に より、津波による補機冷却系喪失の発生後、 崩壊熱除去機能喪失等に至る炉心損傷リス クが低減	(直接炉心損傷に至る事象への対策につ いては、緩和機能の同定が困難で あるが、抽出される事故シーケンス グループは内部事象に含まれること から、対策については内部事象レベル 1 PRAと同様)
内部事象 レベル1.5	格納容器破損頻度： 5.9E-06 (/炉年)	格納容器過圧・過温破損の割合が大きい (内部事象レベル1 PRAにおける崩壊熱 除去機能喪失〔格納容器先行破損〕による 炉心損傷モードに相当)	(対策については、内部事象レベル1 PRAと同様)
停止時 レベル1	燃料損傷頻度： 6.0E-06 (/定期検査)	全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒外部電源喪失及び非常用ディーゼル発電機 の喪失による炉心損傷リスクが相対的に 大きい	<ul style="list-style-type: none"> • ガスタービン発電機車による電源供給 • 低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉への注水 • 原子炉補機代替冷却系による除熱

<炉心損傷防止対策>

事故シーケンスグループ		重要事故シーケンス	重大事故等対策	評価結果の概要
高圧・低圧注水機能喪失		給水流量の全喪失 + 高圧注水失敗 + 低圧注水失敗	<ul style="list-style-type: none"> 低圧原子炉代替注水系（常設） 常設代替交流電源設備 格納容器フィルタベント系 	<ul style="list-style-type: none"> 炉心は一時的に露出するが再冠水し、継続して冷却することが可能 圧力容器、格納容器は健全性を維持※1
高圧注水・減圧機能喪失		給水流量の全喪失 + 高圧注水失敗 + 減圧失敗	<ul style="list-style-type: none"> 代替自動減圧機能 	<ul style="list-style-type: none"> 炉心は一時的に露出するが再冠水し、継続して冷却することが可能 圧力容器、格納容器は健全性を維持
全交流動力電源喪失		全交流動力電源喪失	<ul style="list-style-type: none"> 低圧原子炉代替注水系（可搬型） 格納容器フィルタベント系 常設代替交流電源設備 原子炉補機代替冷却系 	<ul style="list-style-type: none"> 炉心は露出することなく冷却が可能 圧力容器、格納容器は健全性を維持※1
崩壊熱除去機能喪失	取水機能喪失	給水流量の全喪失 + 取水機能喪失（全交流動力電源喪失）	<ul style="list-style-type: none"> 常設代替交流電源設備 原子炉補機代替冷却系 	<ul style="list-style-type: none"> 炉心は露出することなく冷却が可能 圧力容器、格納容器は健全性を維持
	残留熱除去系故障	給水流量の全喪失 + 残留熱除去系故障	<ul style="list-style-type: none"> 低圧原子炉代替注水系（常設） 常設代替交流電源設備 格納容器フィルタベント系 	<ul style="list-style-type: none"> 炉心は露出することなく冷却が可能 圧力容器、格納容器は健全性を維持※1
原子炉停止機能喪失		主蒸気隔離弁誤閉止 + スクラム失敗	<ul style="list-style-type: none"> 代替原子炉再循環ポンプトリップ機能 代替制御棒挿入機能※2 ほう酸水注入系 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料は沸騰遷移するがリウエットし、炉心を継続して冷却することが可能 圧力容器、格納容器は健全性を維持
LOCA時注水機能喪失		中小破断LOCA + 高圧注水失敗 + 低圧注水失敗	<ul style="list-style-type: none"> 低圧原子炉代替注水系（常設） 常設代替交流電源設備 格納容器フィルタベント系 	<ul style="list-style-type: none"> 炉心は一時的に露出するが再冠水し、継続して冷却することが可能 圧力容器、格納容器は健全性を維持※1
格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）		原子炉冷却材圧力バウンダリと接続された熱交換器フランジ等からの漏えい	—	<ul style="list-style-type: none"> 炉心は露出することなく冷却が可能

※1: ベント時に周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない

※2: 作動しないものと仮定

< 格納容器破損防止対策 >

格納容器破損モード	重要事故シーケンス	重大事故等対策	評価結果の概要
雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）	大破断LOCA + ECCS注水失敗 + 全交流動力電源喪失	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低圧原子炉代替注水系（常設） ・ 常設代替交流電源設備 ・ 格納容器フィルタベント系 ・ 格納容器代替スプレイ注水系 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 格納容器の限界圧力を下回る。限界温度は僅かに超えるが短時間であり、格納容器は健全性を維持 ・ Cs-137の総放出量は100TBqを十分下回る
高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱	高圧注水失敗 + 減圧失敗 + 低圧注水失敗	<ul style="list-style-type: none"> ・ 手動減圧機能※ 	圧力容器の破損までに原子炉圧力は2.0MPa [gage]以下に減圧可能
原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用	高圧注水失敗 + 低圧注水失敗	<ul style="list-style-type: none"> ・ ペDESTAL代替注水系※ 	溶融炉心が格納容器下部に落下した際の格納容器圧力上昇は、格納容器の健全性に影響を与えない
水素燃焼	大破断LOCA + ECCS注水失敗 + 全交流動力電源喪失	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低圧原子炉代替注水系（常設） ・ 常設代替交流電源設備 ・ 格納容器フィルタベント系 ・ 格納容器代替スプレイ注水系 	水素の爆轟は発生せず、また、可燃性ガスの燃焼が生じることはない
格納容器直接接触（シェルアタック）	—	—	構造上発生しない
溶融炉心・コンクリート相互作用	高圧注水失敗 + 低圧注水失敗	<ul style="list-style-type: none"> ・ ペDESTAL代替注水系※ 	溶融炉心によるコンクリート侵食によって格納容器の構造部材の支持機能が喪失することはない

※: 圧力容器破損に至る事象を仮定するため、重大事故等対策である低圧原子炉代替注水系（常設）等の注水を実施しない

<燃料プールにおける重大事故・燃料損傷防止対策>

事故シナリオグループ	重要事故シーケンス	重大事故等対策	評価結果の概要
想定事故 1	燃料プールの冷却機能・注水機能の喪失	<ul style="list-style-type: none"> 燃料プールスプレイ系 大量送水車 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料プールの崩壊熱による蒸発量を上回る容量の燃料スプレイ系の整備により、燃料プールの水位維持が可能
想定事故 2	燃料プール内の水の小規模な喪失（サイフォン現象※等） +注水機能の喪失	<ul style="list-style-type: none"> 燃料プールスプレイ系 大量送水車 	<ul style="list-style-type: none"> サイフォンブレイク配管により漏えい停止 燃料プールの崩壊熱による蒸発量を上回る容量の燃料スプレイ系の整備により、燃料プールの水位維持が可能

※:液体が管を通じて、ある地点から、その地点より高い場所を通過し、流れ続ける現象。

<運転停止中の重大事故・燃料損傷防止対策>

事故シナリオグループ	重要事故シーケンス	重大事故等対策	評価結果の概要
崩壊熱除去機能喪失（停止時冷却機能喪失）	残留熱除去系の故障等による崩壊熱除去機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 残留熱除去系（低圧注水モード） 	<ul style="list-style-type: none"> 待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）による注水により、原子炉水位は回復し、燃料有効長頂部の冠水は維持
全交流動力電源喪失	全交流電源喪失 +崩壊熱除去機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 常設代替交流電源設備 低圧原子炉代替注水系（常設） 移動式代替熱交換設備、大型送水ポンプ車 	<ul style="list-style-type: none"> 低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉注水等により、燃料が露出することなく冠水を維持
原子炉冷却材の流出	残留熱除去系の系統切換時の冷却材流出	<ul style="list-style-type: none"> 残留熱除去系（低圧注水モード） 	<ul style="list-style-type: none"> 待機中の残留熱除去系（低圧注水モード）による注水により、原子炉水位は回復し、燃料有効長頂部の冠水は維持
反応度の誤投入	制御棒の誤引き抜き等による反応度の誤投入	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉スクラム 	<ul style="list-style-type: none"> 制御棒の引き抜きにより炉心は臨界となるが、スクラム後は未臨界を維持

「確率論的リスク評価」「事故シーケンスの選定」に係る審査会合 ①9

新規制基準では、重大事故対策の有効性を評価するため、

- ① 重大事故対策が実施されていない状態を仮定して、プラント内部・外部の事象が原因となって重大事故に至る確率を評価（確率論的リスク評価：PRA）する
- ② ①の評価結果を踏まえ、重大事故が進展するシナリオ（事故シーケンス）を選定することが求められている。

これまでの審査の状況

審査会合	当社からの説明内容	規制委員会の主なコメント
9回目 (H26.7.22) 14回目 (H26.9.30)	<ul style="list-style-type: none">✓ 機器故障や人的要因等、プラント内部の原因によって引き起こされる事象を対象とした内部事象PRAについて説明✓ 地震・津波といったプラント外部の原因によって起こる事象を対象とした外部事象PRAについて説明	<ul style="list-style-type: none">・想定する事象の網羅性や評価手法の妥当性等について説明するようコメントを受けた。
15回目 (H26.10.2)	<ul style="list-style-type: none">✓ 確率論的リスク評価の結果を踏まえ、対策の有効性を確認するため、事故進展シナリオ（事故シーケンス）を選定したことを説明	<ul style="list-style-type: none">・シナリオ選定の考え方や選定理由等について、詳細に説明するようコメントを受けた。

新規制基準では、確率論的リスク評価を踏まえて選定した事故進展シナリオについて、実施している重大事故対策が有効に機能するかを評価すること(有効性評価)が求められている。

これまでの審査の状況

審査会合	当社からの説明内容	規制委員会の主なコメント
16回目 (H26.10.14)	✓ 「事故シーケンスの選定」で選定した事故進展シナリオについて、重大事故対策が有効に機能することを説明。 (事故進展シナリオ) ・運転中の原子炉における重大事故に至るおそれのある事故 ・重大事故 ・燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故 ・運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれのある事故	・評価の前提条件の考え方・妥当性等について、より詳細に説明するようコメントを受けた。 ・事故発生後の対応手順等について、より詳細に説明するようコメントを受けた。
17回目 (H26.10.16)		
22回目 (H26.11.20)		
25回目 (H26.12.9)		
26回目 (H27.1.15)		
28回目 (H27.1.27)		
37回目 (H27.3.17)		

これまでの審査の状況

審査会合	当社からの説明内容	規制委員会の主なコメント
21回目 (H26.11.13)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 可搬型重大事故等対処設備については、複数配備しており、かつ、これらを分散配置したうえで実効性のあるアクセスルートを複数確保していることから、地震や津波などの自然現象が発生した場合でも、設備が有効に機能することを説明 	<ul style="list-style-type: none"> ・重大事故発生時の対応の全体像が把握できるよう、自主的に取り組んでいる対策を含め、説明するようコメントを受けた。
34回目 (H27.3.3)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 原子炉格納容器の限界温度・圧力※に対して、格納容器構造物は十分な強度を有しており、格納容器の閉じ込め機能が確保できることを説明 	<ul style="list-style-type: none"> ・評価の前提条件や妥当性について、より詳細に説明するようコメントを受けた。

※「原子炉格納容器の限界温度・圧力」

重大事故が発生した場合における格納容器の「放射性物質を閉じ込める」機能を確保できる温度・圧力

4. プラント関係の審査・対応状況

(3) フィルタ付ベント設備について

■ 万一、原子炉格納容器内の圧力が異常に上昇し、格納容器内の蒸気(ベントガス)を大量に放出(ベント)する必要が生じた場合に、フィルタを通して放出することで、放射性物質の放出を大幅に低減する効果のある設備。

＜主要工程＞

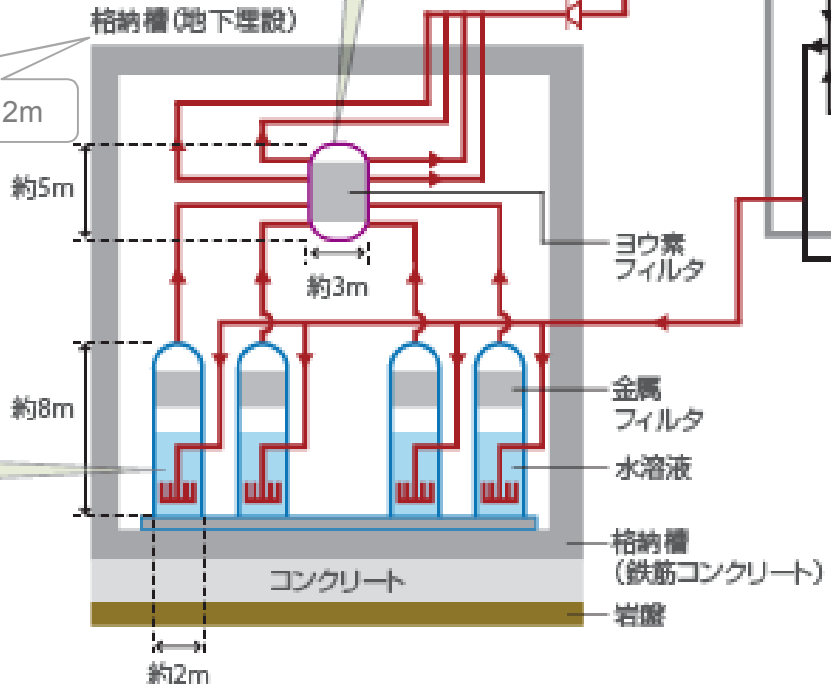
- 平成25年5月 着工
- 平成26年8月 フィルタ装置搬入
- 平成27年4月 ヨウ素フィルタ搬入
(平成27年度上期完了予定)

＜除去効率＞
粒子状放射性物質 …99.9%
無機ヨウ素 ……99%

フィルタ付ベント設備

＜除去効率＞
有機ヨウ素…98%

幅約13m, 長さ約25m, 高さ12m

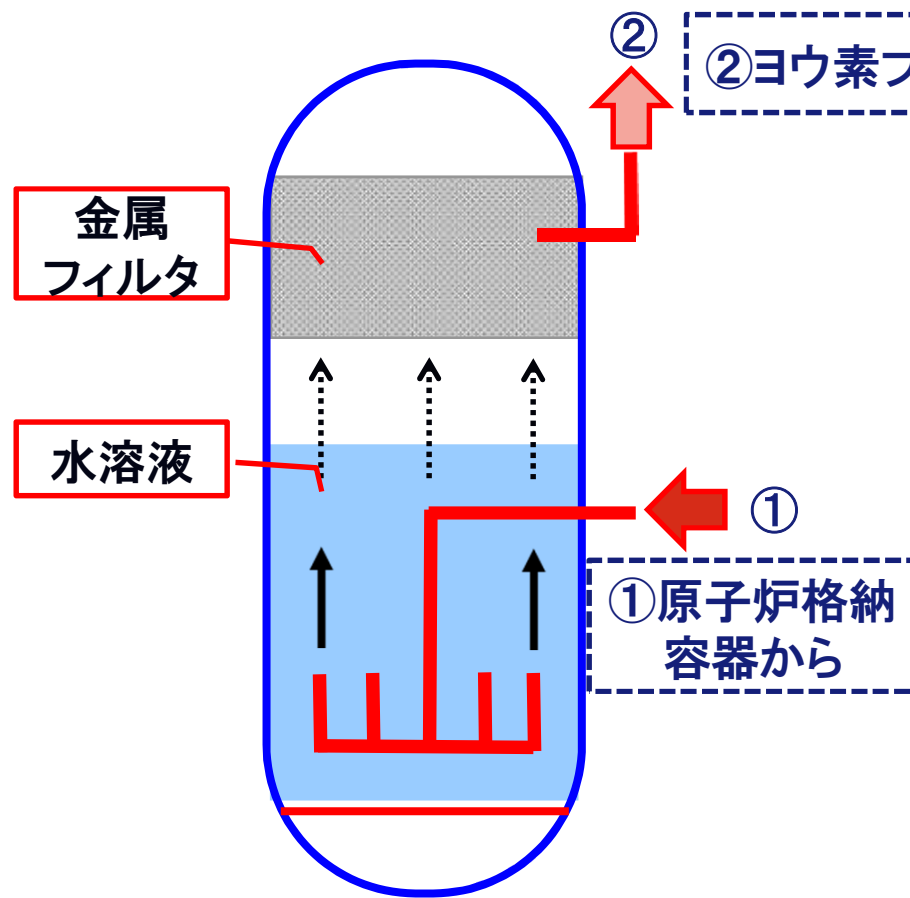


地上約50m

〈2号機イメージ図〉

フィルタ装置の概要

- ベントガスを水溶液に通すことにより、ベントガスに含まれる粒子状放射性物質および無機ヨウ素の大部分を水溶液に溶け込ませて除去する。
- さらに、金属フィルタを通すことにより、水溶液で除去しきれなかった粒子状放射性物質を除去する。



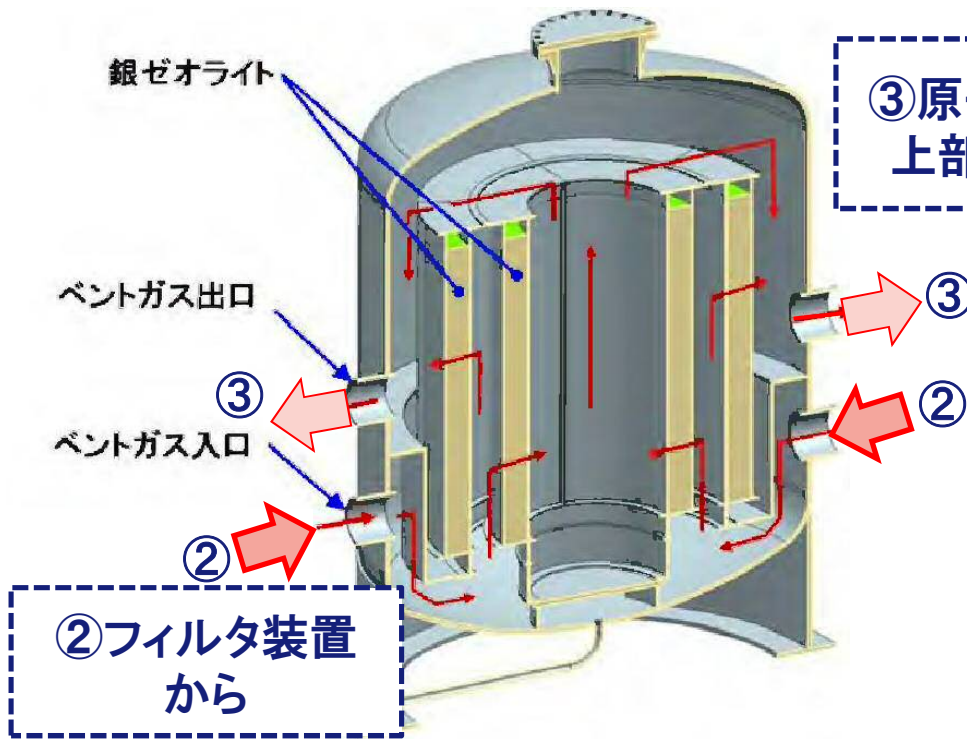
【フィルタ装置の概要】

◆型式	円筒たて形
◆材質	ステンレス鋼(SUS316L)
◆胴内径	約2m
◆高さ	約8m
◆重さ	約16t(容器の重量)
◆基数	4基
◆除去効率	99.9%(粒子状放射性物質) 99%(無機ヨウ素)

※H26年8月27日搬入済

ヨウ素フィルタ装置の概要

■ ベントガスをゼオライト吸着剤(銀ゼオライト)に通すことにより、ベントガスに含まれる有機ヨウ素を化学反応により除去する。



注) 本日搬入したヨウ素フィルタ容器には、まだ銀ゼオライトを装填していません。

【ヨウ素フィルタ装置の概要】

◆型式	円筒たて形
◆材質	ステンレス鋼(SUS316L)
◆胴内径	約3m
◆高さ	約5m
◆重さ	約20t(容器の重量)
◆基数	1基
◆除去効率	98%(有機ヨウ素)

※H27年4月27日搬入済

フィルタ付ベント設備に関する審査会合

これまでの審査の状況

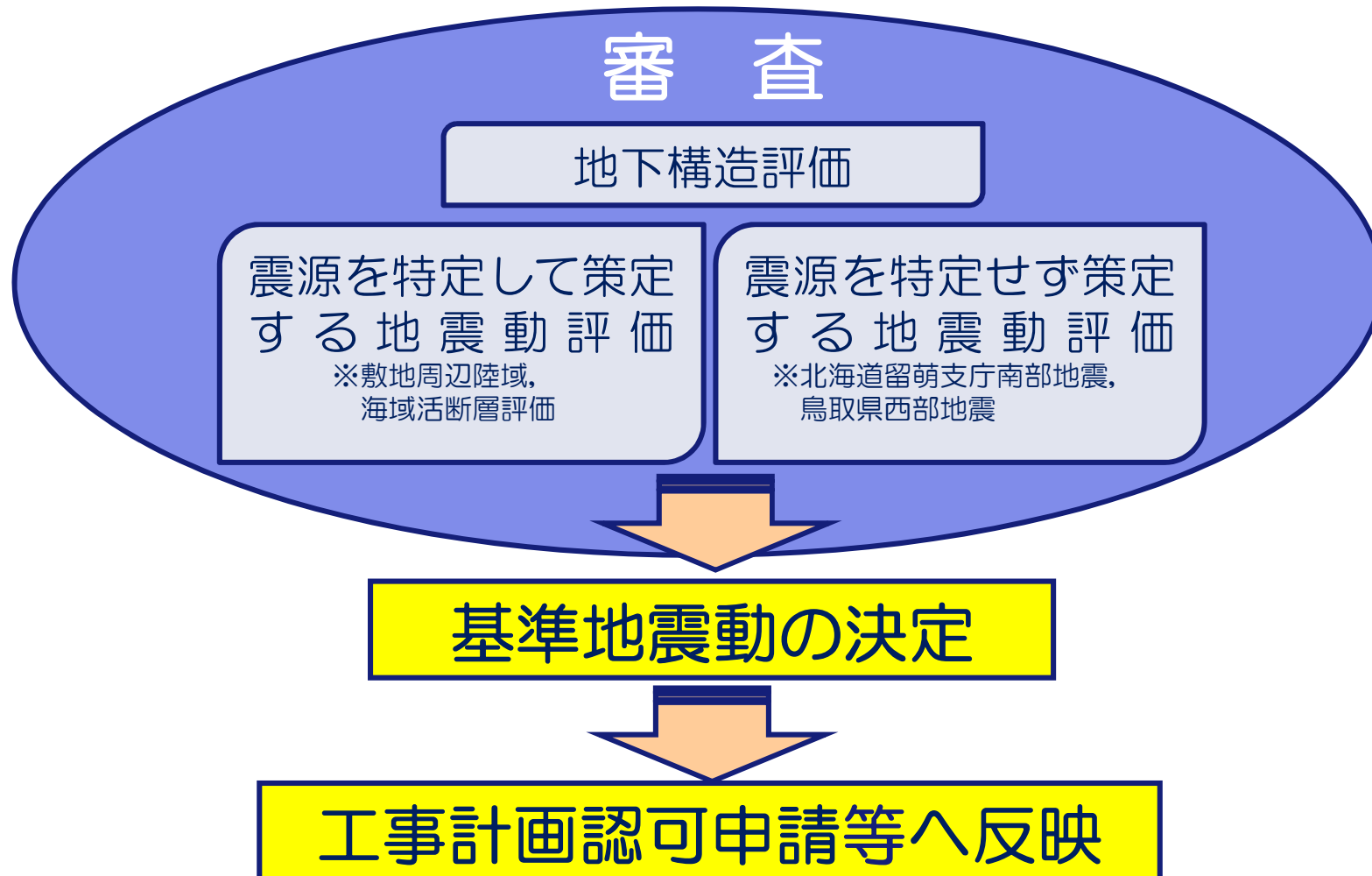
審査会合	当社からの説明内容	規制委員会の主なコメント
11回目 (H26.8.28)	✓ フィルタ付ベント設備の概要, 設計方針と仕様, 性能について説明。	・フィルタ付ベント設備地下格納槽からの放射性物質の漏えい対策や放出口を原子炉建物上部とした理由などについて, より詳細に説明するようコメントを受けた。
13回目 (H26.9.11)	✓ 前回の審査会合に引き続き, その運用方法などについて説明。また, 前回の審査会合でのコメントに回答。	・フィルタ付ベント設備は重大事故が発生した際に使用する重要な設備であるため, より分かりやすく資料を整理した上で, 改めて説明するようコメントを受けた。
33回目 (H27.2.26)	✓ 原子炉格納容器からフィルタ付ベント設備につながる配管の弁の配置などについて, その妥当性を説明。	・フィルタ付ベント設備の弁動作の信頼性確保について, 詳細に説明するようコメントを受けた。
42回目 (H27.4.7)	✓ 前回の審査会合に引き続き, ベント実施の判断基準やベントの放出位置の違いによる評価結果等について説明。	・ベントの準備作業の実施時期や具体的な判断基準等について, 詳細に説明するようコメントを受けた。

※H27. 5. 28フィルタ付ベント(コメント回答)審査会合を実施しておりますが, 口頭にて説明いたします。

4. 地震・津波関係の審査・対応状況

(1) 審査の流れ

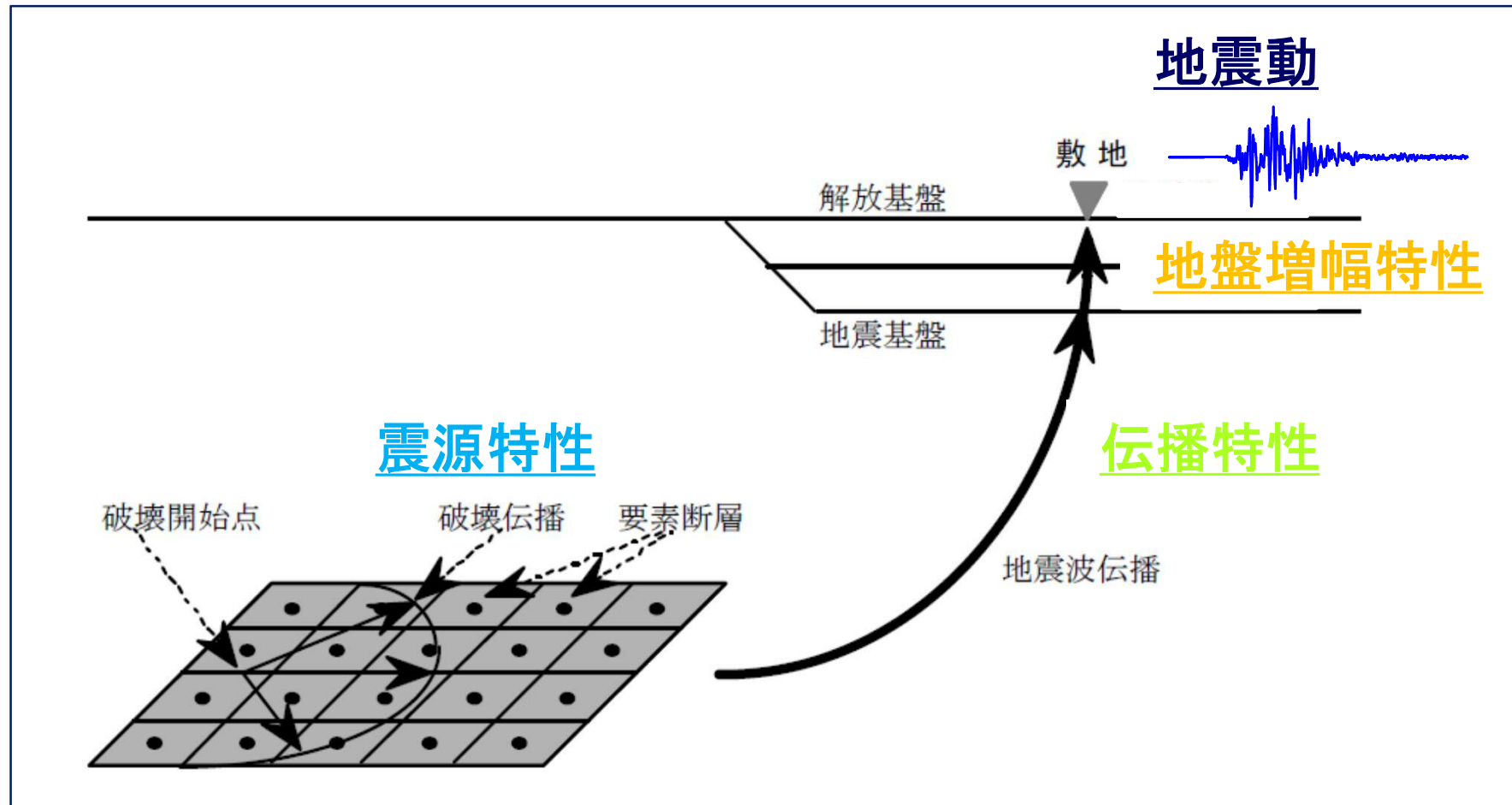
- 敷地内の「地下構造評価」，「震源を特定して策定する地震動」および「震源を特定せず策定する地震動」をそれぞれ評価した上で，基準地震動を決定。
- 基準地震動が決まれば，設備の詳細設計（工事計画認可申請）等に反映。



4. 地震・津波関係の審査・対応状況

(2) 地下構造について

・地震動 = 震源特性 × 伝播特性 × 地盤増幅特性

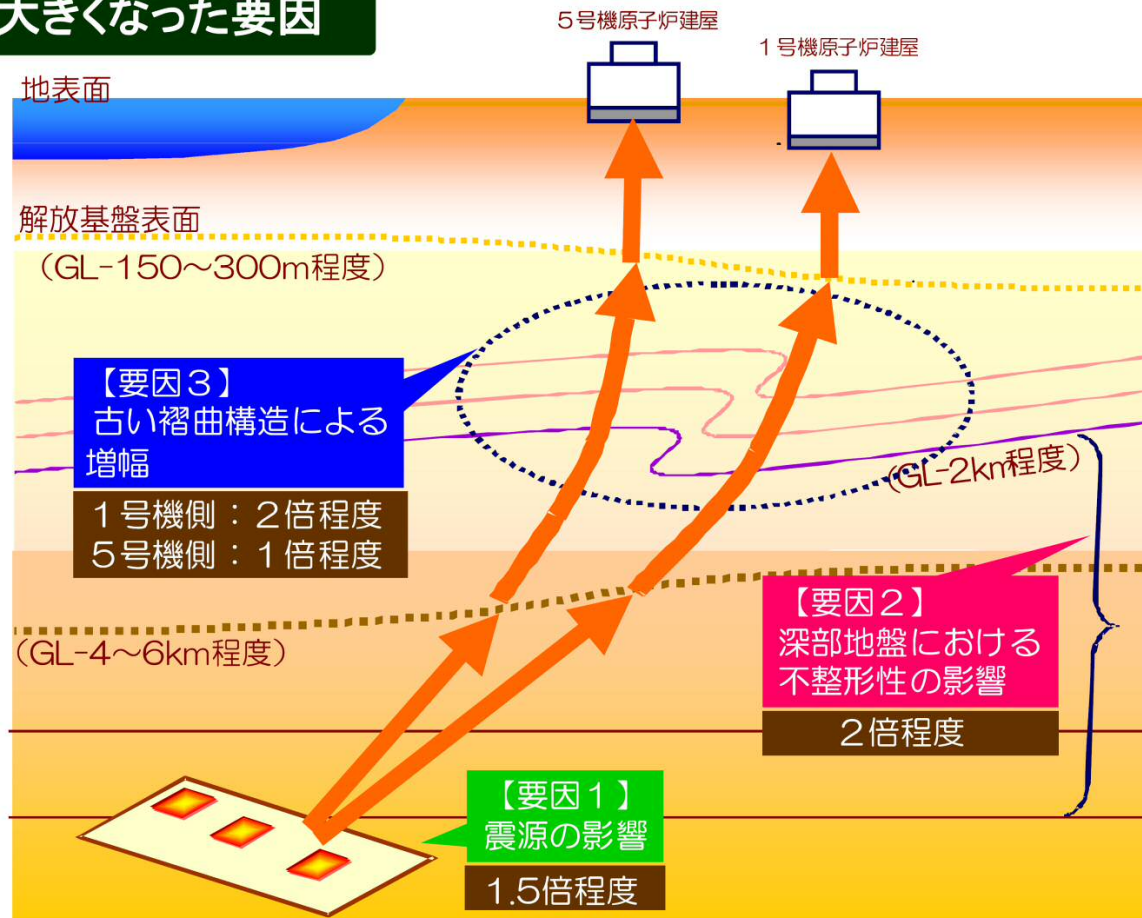


地震動評価の概念図

柏崎刈羽原子力発電所の地下構造の影響に関する検討

新潟県中越沖地震の観測記録から推定された地下構造の影響

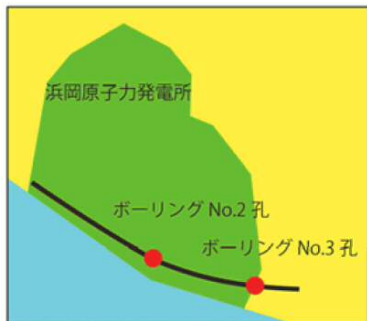
地震動が大きくなった要因



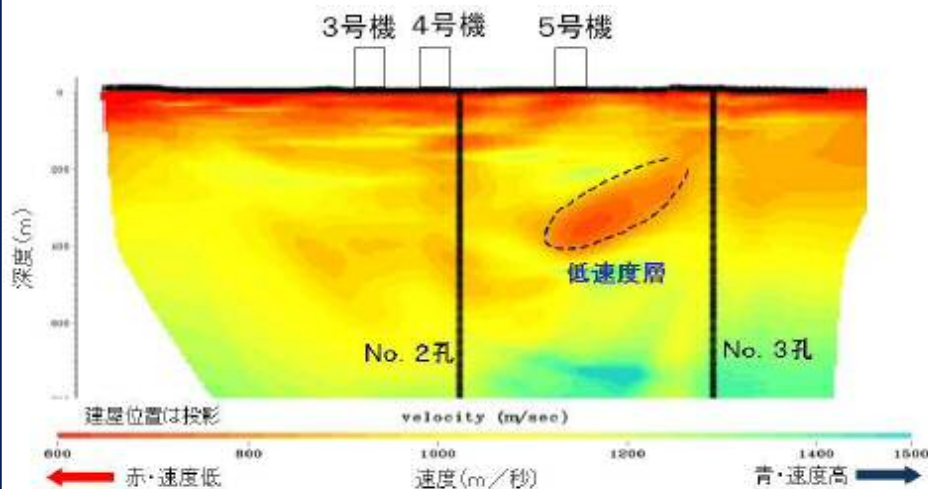
※倍数は、耐専スペクトル*1との比率

※1耐専スペクトル: Noda et al.(2002)に基づく応答スペクトル手法

【低速度層について】



オフセット VSP 調査により、5号機
の下方からやや東方の地下 200
～400m 程度の深さに、S 波速度
が 700～800m/s 程度と、周囲の
岩盤に比べ 3 割程度低下してい
る低速度層を確認しました。



【地震動の増幅について】

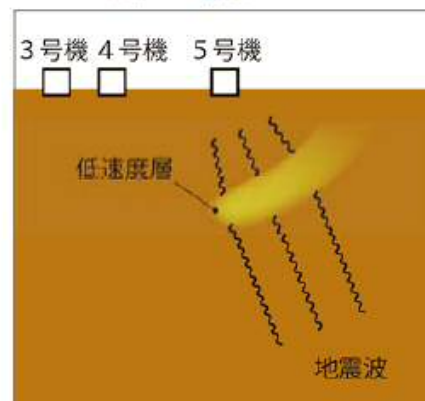
「低速度層」は5号機周辺から敷地外東側に局所的に分布しており、これにより5号機で地震波が増幅されたものと考えています。



＜駿河湾の地震(本震)＞



＜地震波の増幅のイメージ＞



駿河湾の地震(本震)では、5号機
では増幅がみられ、3、4号機では
みられませんでした。また、地震観
測記録の分析によると、3、4号機は、
5号機の場合に比べ、地震波の到
来方向による差異は小さく、これま
での地震で顕著に増幅した観測記
録はありません。

平成27年3月6日 審査会合資料抜粋

島根原子力発電所 地下構造評価について(コメント回答)

1. 概要

① 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

- ◆敷地及び敷地周辺の地質図, ボーリングデータ等を調査

《調査結果 ①》

- ・地質・地質構造の調査より, 敷地の東西方向の地下構造は水平成層で, 南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられる

② 観測記録及び物理探査に基づく検討

- (1) 原子炉建物基礎上端の地震観測記録を比較
- (2) 敷地地盤の地震観測記録を用い, 到来方向による増幅特性等の傾向を確認
- (3) 敷地地盤の微動観測記録を用い, 空間分布による増幅特性の傾向を確認
- (4) 物理探査(大深度ボーリング, PS検層, 反射法探査, オフセットVSP探査, 微動アレイ探査)により, 敷地及び敷地周辺の地下構造を把握

《検討結果 ②》

- ・地震観測記録及び微動観測記録に基づく検討より, 各観測点の地盤増幅特性に違いはなく, 敷地の地下構造は特異な構造ではないと考えられる
- ・物理探査に基づく検討より, 東西方向の地下構造は水平成層構造であり, 南北方向の地下構造は北に傾斜していると考えられる

③ 地下構造モデルの検討

- ◆敷地の南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられるため, 傾斜構造を考慮した2次元地下構造モデルを用い, その影響を解析的に検討
- ◆上記の検討を踏まえ, 敷地地盤の物理探査結果及び地震観測記録等に基づき, 敷地の地下構造モデル(地盤減衰含む)を設定

《検討結果 ③》

- ・2次元地下構造モデルを用いた検討より, 南北方向の傾斜構造が敷地の地震動評価に与える影響はほとんどないことを確認できたことから, 南北方向の地下構造は水平成層構造で近似できると考えられる(結果的に保守的な評価となる)
- ・検討結果①, ②及び上記検討結果より, 敷地の地震動評価に用いる地下構造モデルは, 東西・南北方向ともに水平成層構造と仮定して問題ないと考えられるため, 各観測点の地震観測記録等に基づき1次元地下構造モデルを設定

④ 地震動評価に用いる地下構造モデルの設定

- ◆③で設定した地下構造モデルに基づき, 敷地の地震動評価に用いる地下構造モデルを設定
- ◆設定した地下構造モデルと微動アレイ観測結果の位相速度の比較により, 設定した物性値の妥当性を確認
- ◆設定した地下構造モデルと2次元地下構造モデルの地盤増幅特性の比較により, 設定した減衰定数の保守性を確認

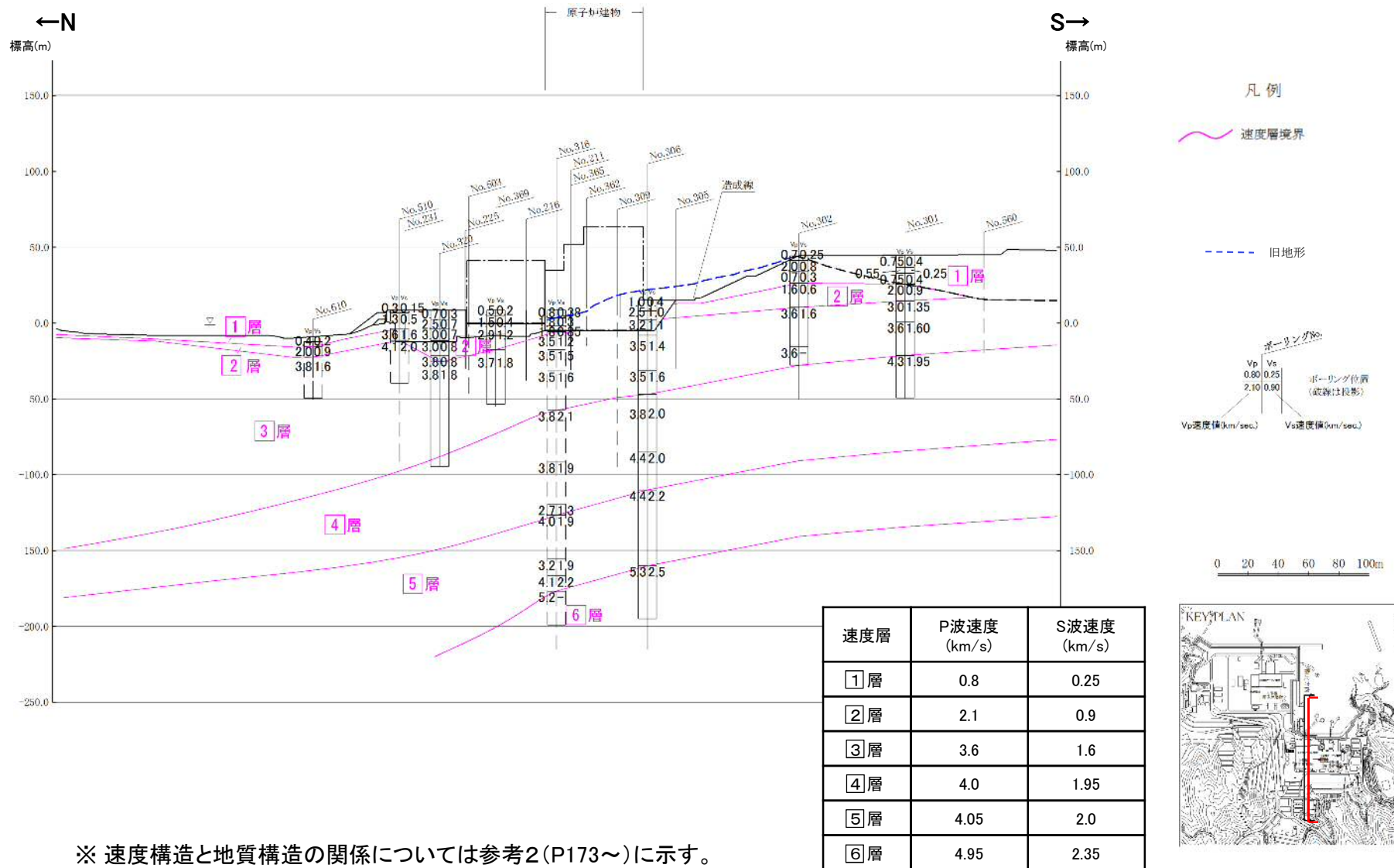
《検討結果 ④》

- ・③で設定した1次元地下構造モデルに基づき, 敷地全体の地震動を安全側に評価できるように, モデルの物性値及び減衰定数を安全側に設定して, 敷地の地震動評価に用いる地下構造モデルを設定
- ・設定した地下構造モデルと微動アレイ観測結果の位相速度が同程度となることから, 設定した物性値は妥当と考えられる
- ・設定した地下構造モデルの地盤増幅特性は, 傾斜構造を考慮した2次元地下構造モデルの地盤増幅特性と比較して同程度またはそれ以上となることから, 安全側に設定した減衰定数が保守的であることを確認

2. 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

敷地地盤の地質・地質構造(2号地盤の速度層断面図:南北断面)

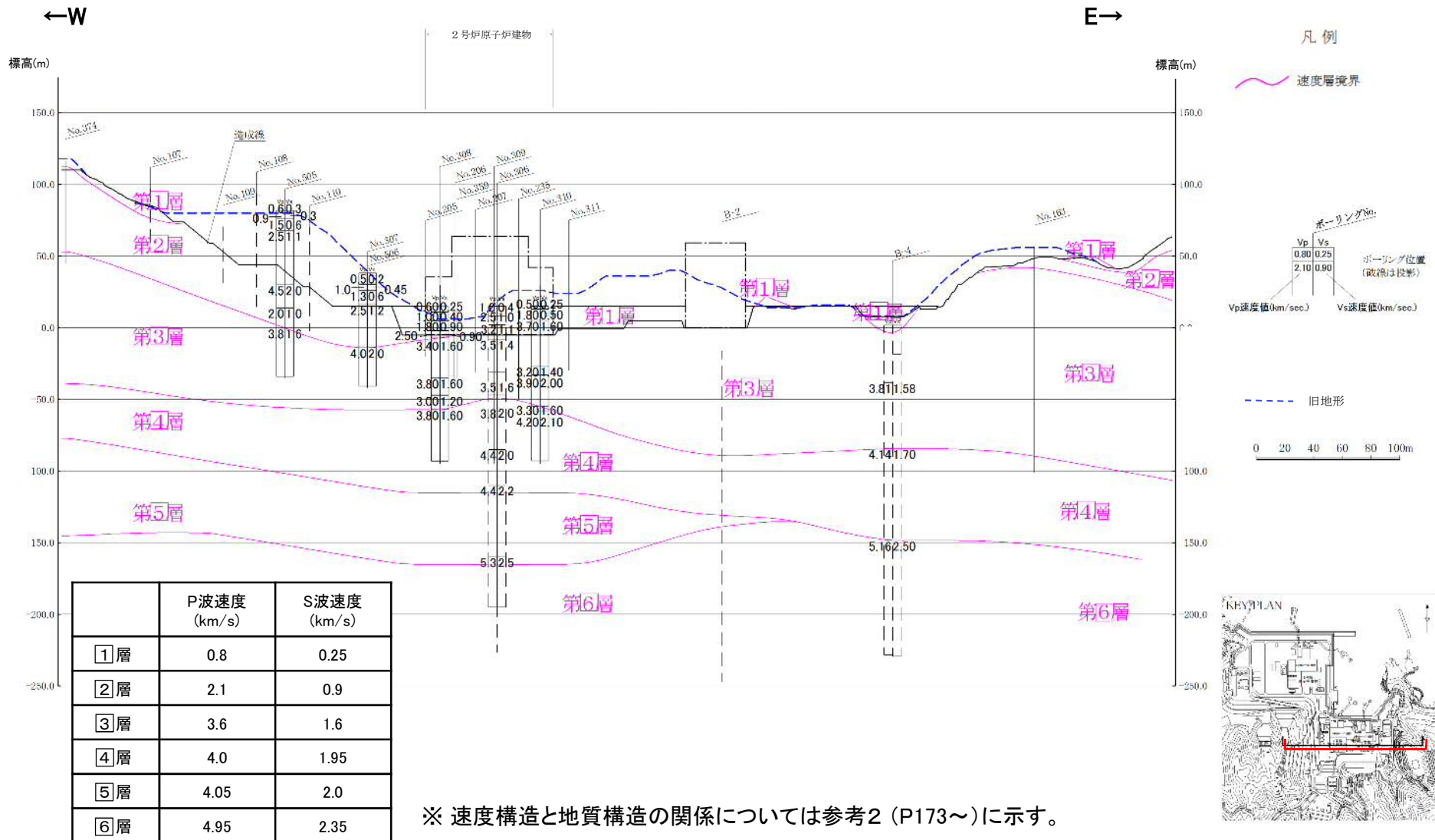
■ 2号地盤の南北断面における速度層区分より, 2号地盤の南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられる。



2. 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

敷地地盤の地質・地質構造(2号地盤の速度層断面図:東西断面)

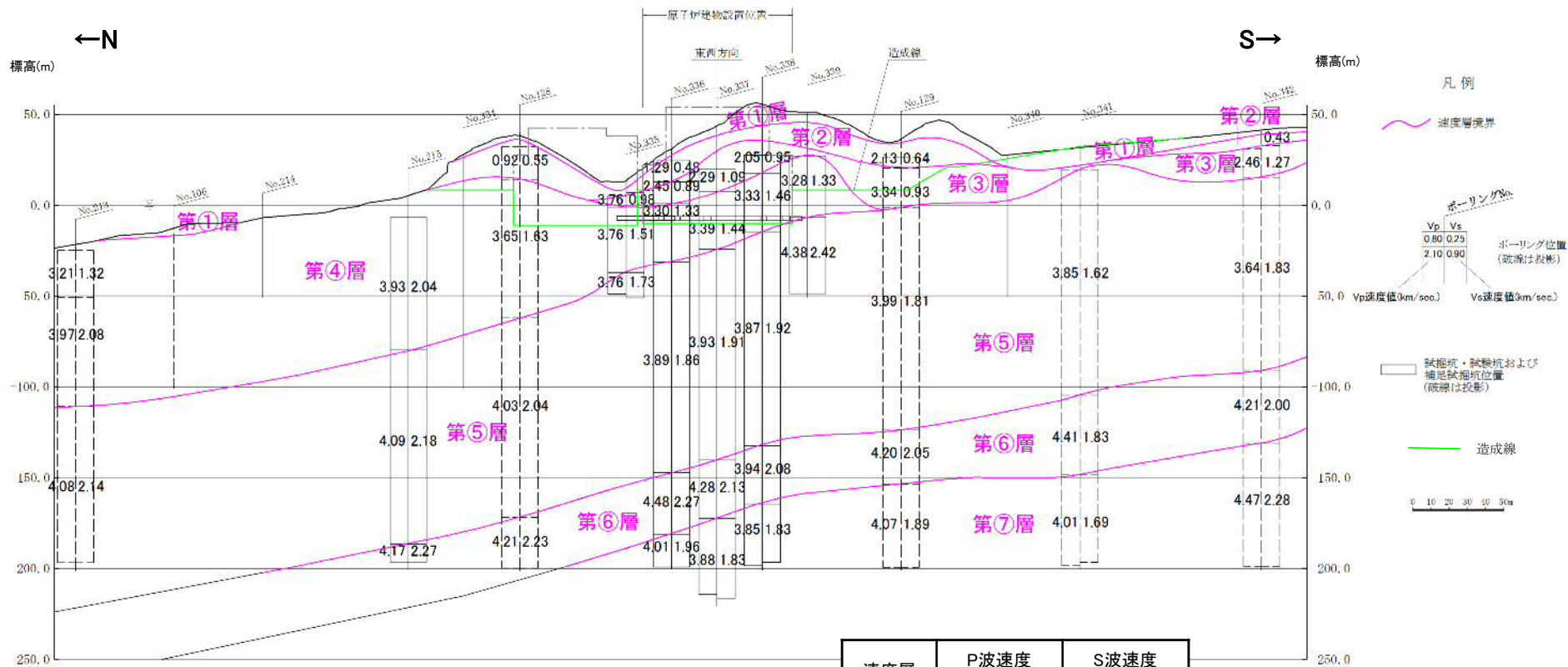
■ 2号地盤の東西断面における速度層区分より, 2号地盤の東西方向の地下構造はほぼ水平成層であると考えられる。



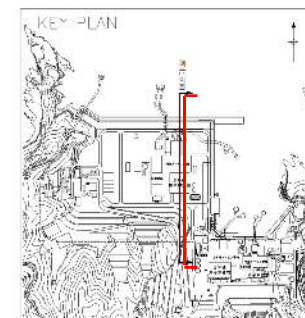
2. 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

敷地地盤の地質・地質構造(3号地盤の速度層断面図:南北断面)

■ 3号地盤の南北断面における速度層区分より, 3号地盤の南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜していると考えられる。



速度層	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)
①層	0.52	0.27
②層	1.71	0.62
③層	2.27	0.96
④層	3.24	1.52
⑤層	3.86	1.90
⑥層	4.15	2.10
⑦層	3.80	1.77

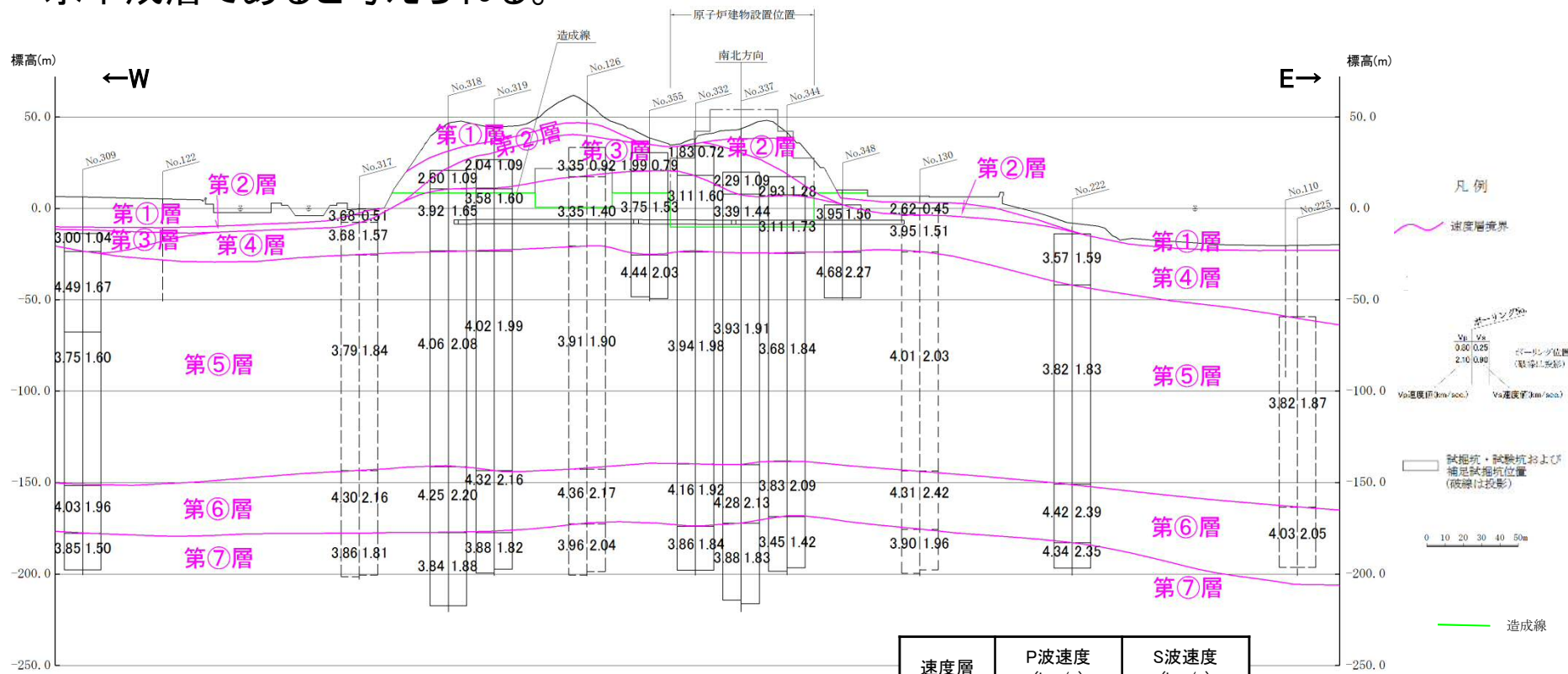


※ 速度構造と地質構造の関係については参考2 (P173~)に示す。

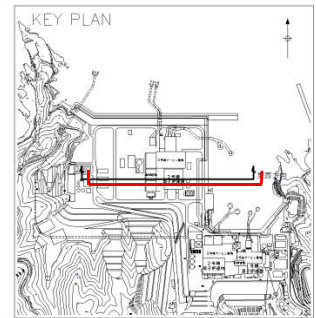
2. 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査

敷地地盤の地質・地質構造(3号地盤の速度層断面図:東西断面)

■ 3号地盤の東西断面における速度層区分より, 3号地盤の東西方向の地下構造はほぼ水平成層であると考えられる。



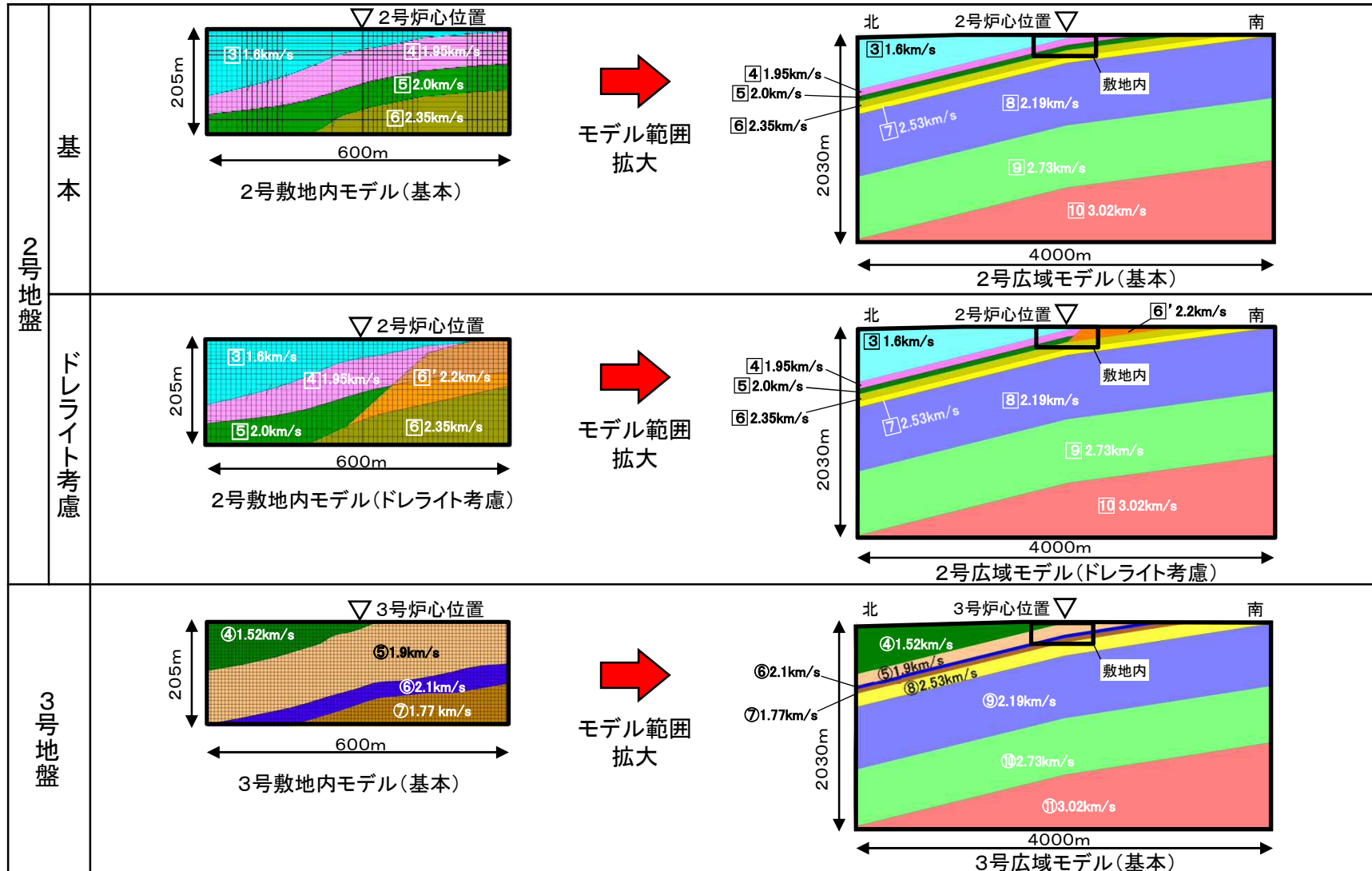
速度層	P波速度 (km/s)	S波速度 (km/s)
①層	0.52	0.27
②層	1.71	0.62
③層	2.27	0.96
④層	3.24	1.52
⑤層	3.86	1.90
⑥層	4.15	2.10
⑦層	3.80	1.77



※ 速度構造と地質構造の関係については参考2 (P173~)に示す。

広域モデルの検討(2号, 3号広域モデルの設定)

- 敷地及び敷地周辺の広域的な傾斜構造による影響を検討するため、2号及び3号の広域の2次元地下構造モデル(南北方向)を、敷地内モデルの範囲を拡大(水平方向:4000m, 鉛直方向:2030m)して設定した。なお、2号広域モデルについては基本とドレライト考慮の2ケースを設定した。

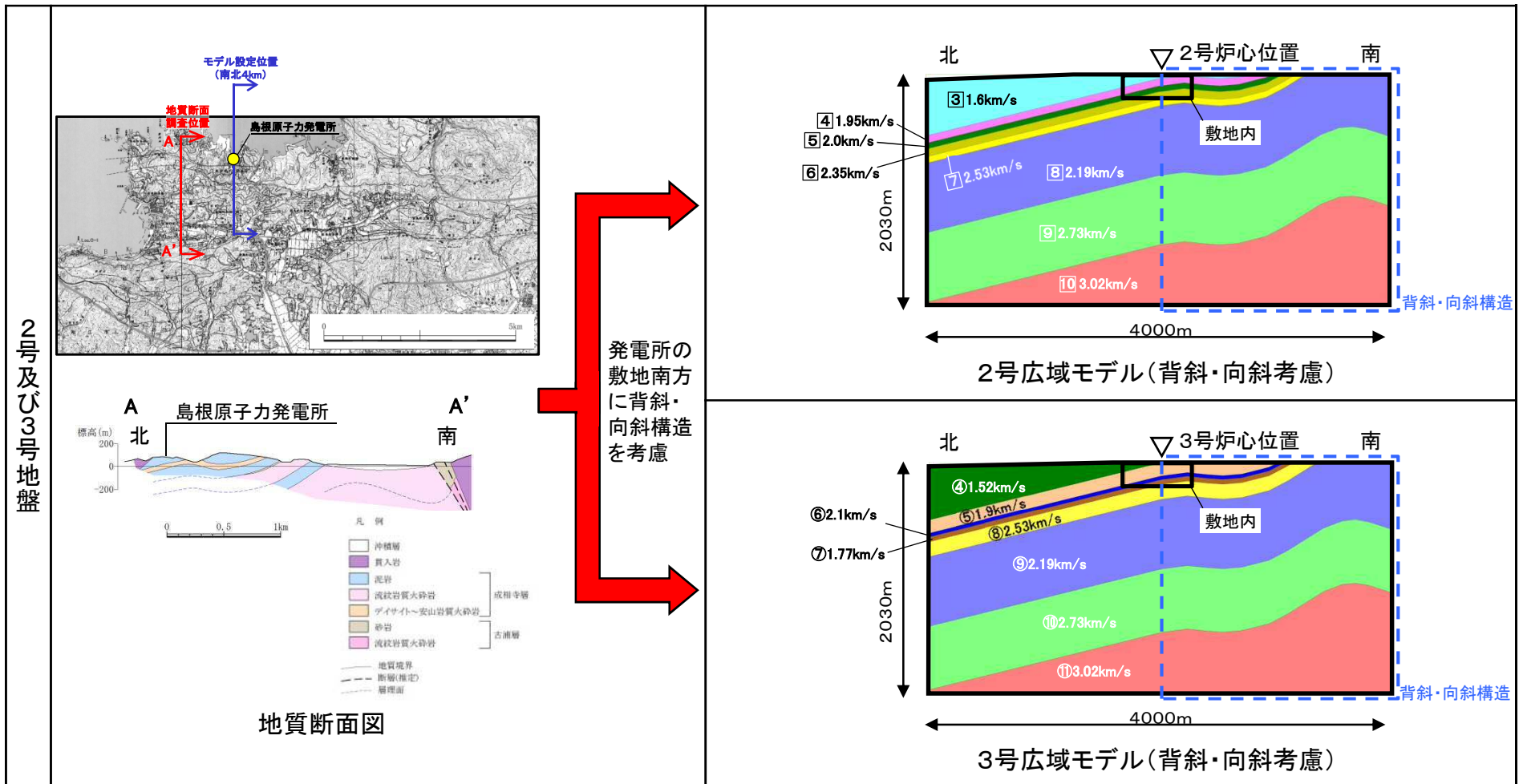


※速度はVsを表す

4. 地下構造モデルの検討 (1)傾斜構造を考慮した解析による検討

広域モデルの検討(背斜・向斜構造を考慮した2号, 3号広域モデルの設定)

- 敷地周辺の地質断面図に基づき、発電所の敷地南方に位置する表層の背斜・向斜構造を考慮して、2号及び3号の広域の2次元地下構造モデル(南北方向)を設定した。

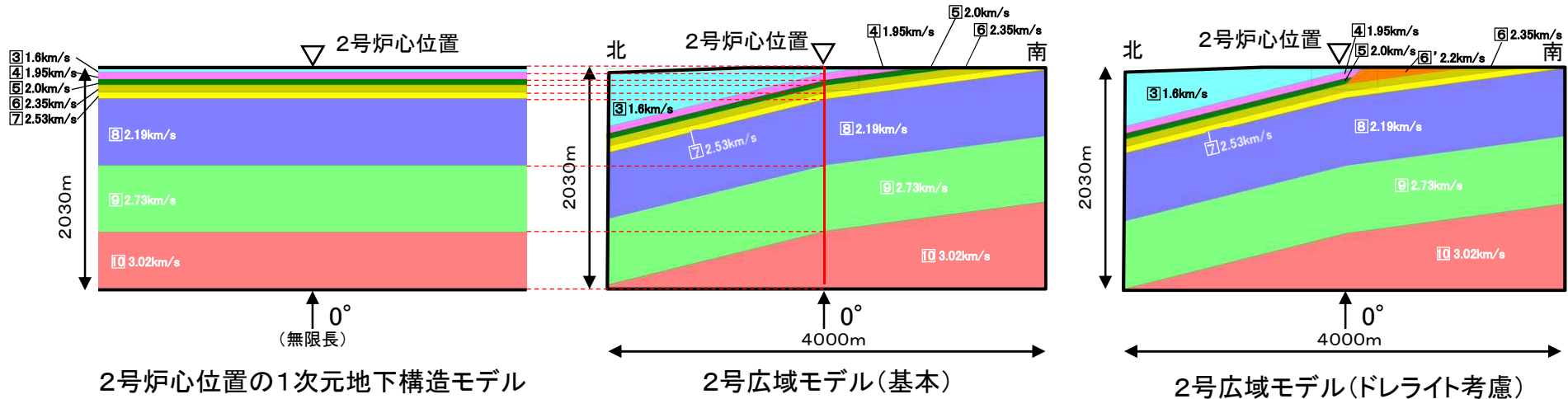


※速度はVsを表す

4. 地下構造モデルの検討 (1)傾斜構造を考慮した解析による検討

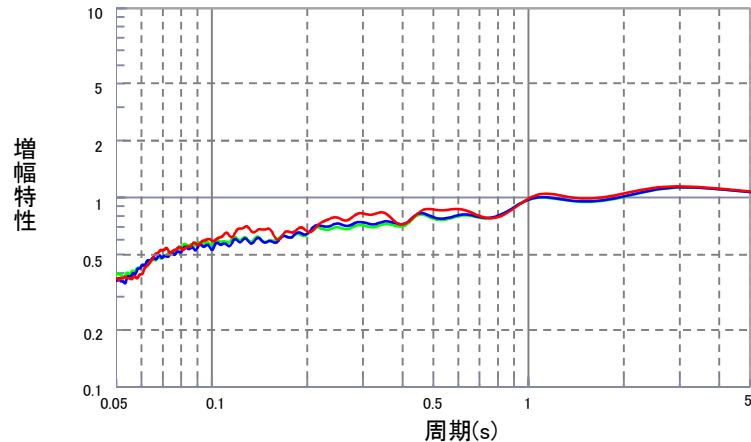
2号広域モデルの検討(基本・ドレライト考慮:1次元と2次元による増幅特性の比較)

■ 2号炉心位置における1次元地下構造モデルの地盤増幅特性が、2号広域モデル(基本及びドレライト考慮の2ケース)の地盤増幅特性(鉛直入射)と比較して、同程度またはそれ以上となっており、1次元と2次元の増幅傾向に違いはみられない。



— 1次元地下構造モデル
 — 2号広域モデル(基本)
 — 2号広域モデル(ドレライト考慮)

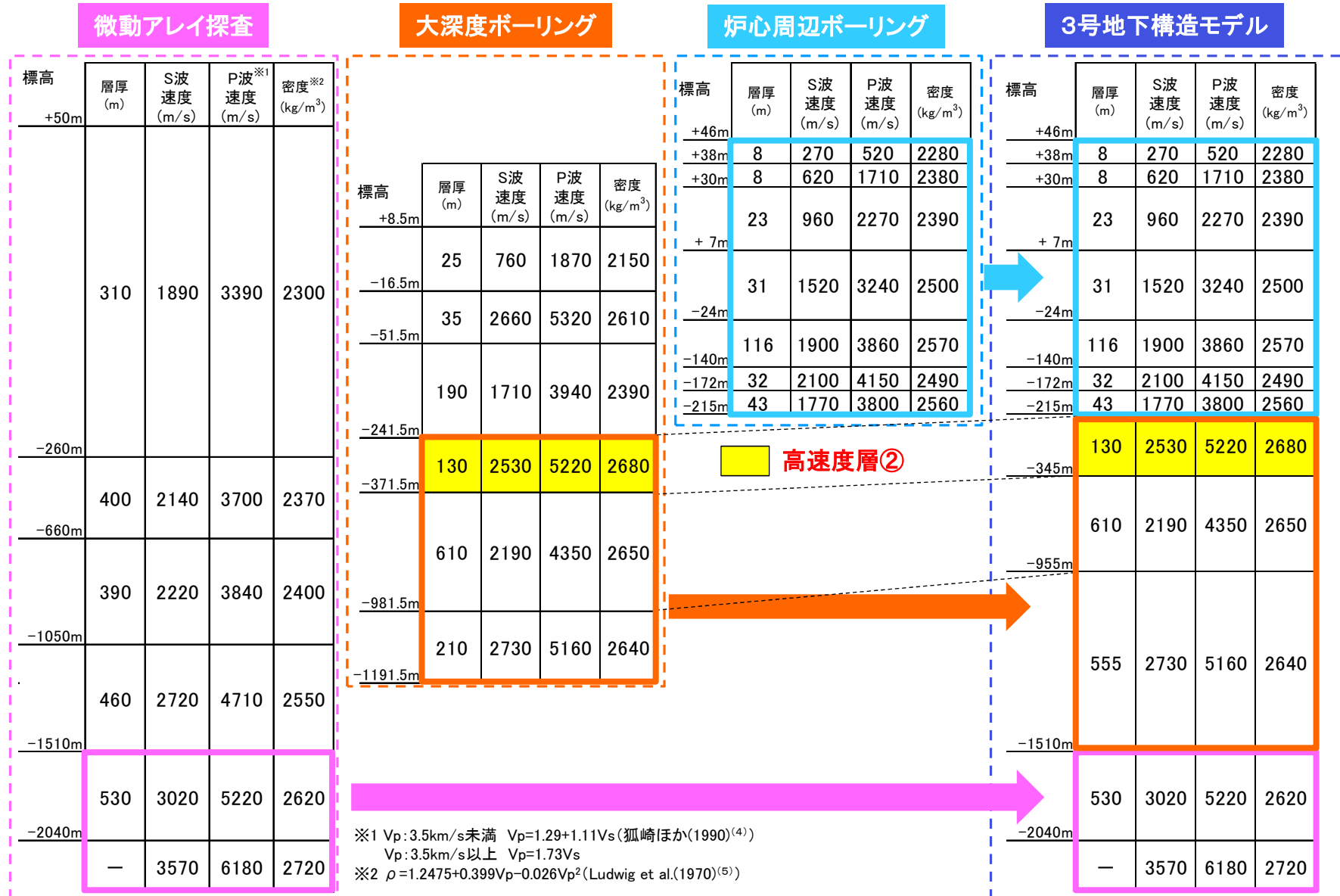
※速度はVsを表す



地盤増幅特性の比較(2号炉心位置)

3号地下構造モデルの設定(速度値, 密度の設定)

■ 3号地下構造モデルのS波・P波速度, 密度については, 各種調査結果に基づき設定した。



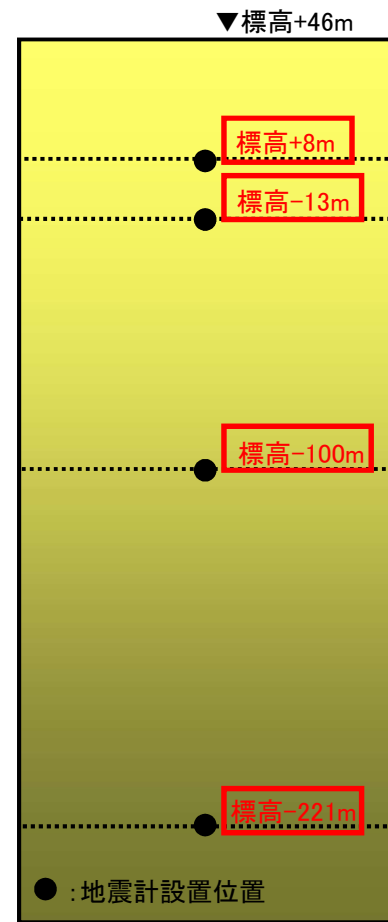
4. 地下構造モデルの検討 (2)地下構造モデルの検討

3号地下構造モデルの設定(同定解析:解析条件)

- 3号地下構造モデルの設定において、減衰定数については、B地点で観測された5地震の観測記録を用いて、伝達関数及びH/Vスペクトル比に基づく同定解析により設定した。

検討対象地震

No.	地震 (年月日・時刻)	M	震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	方位角 (°)	入射角 (°)
1	鳥取県西部の地震 (2000.7.17 8:00)	4.4	16	42.4	115	69
2	鳥取県西部の地震 (2000.10.6 14:52)	4.5	8	34.1	124	77
3	鳥取県西部の地震 (2000.10.7 6:38)	4.4	8	33.2	125	76
4	鳥取県西部の地震 (2000.10.7 12:03)	4.3	9	33.3	121	75
5	鳥取県西部の地震 (2000.10.8 20:51)	5.2	8	33.7	123	76

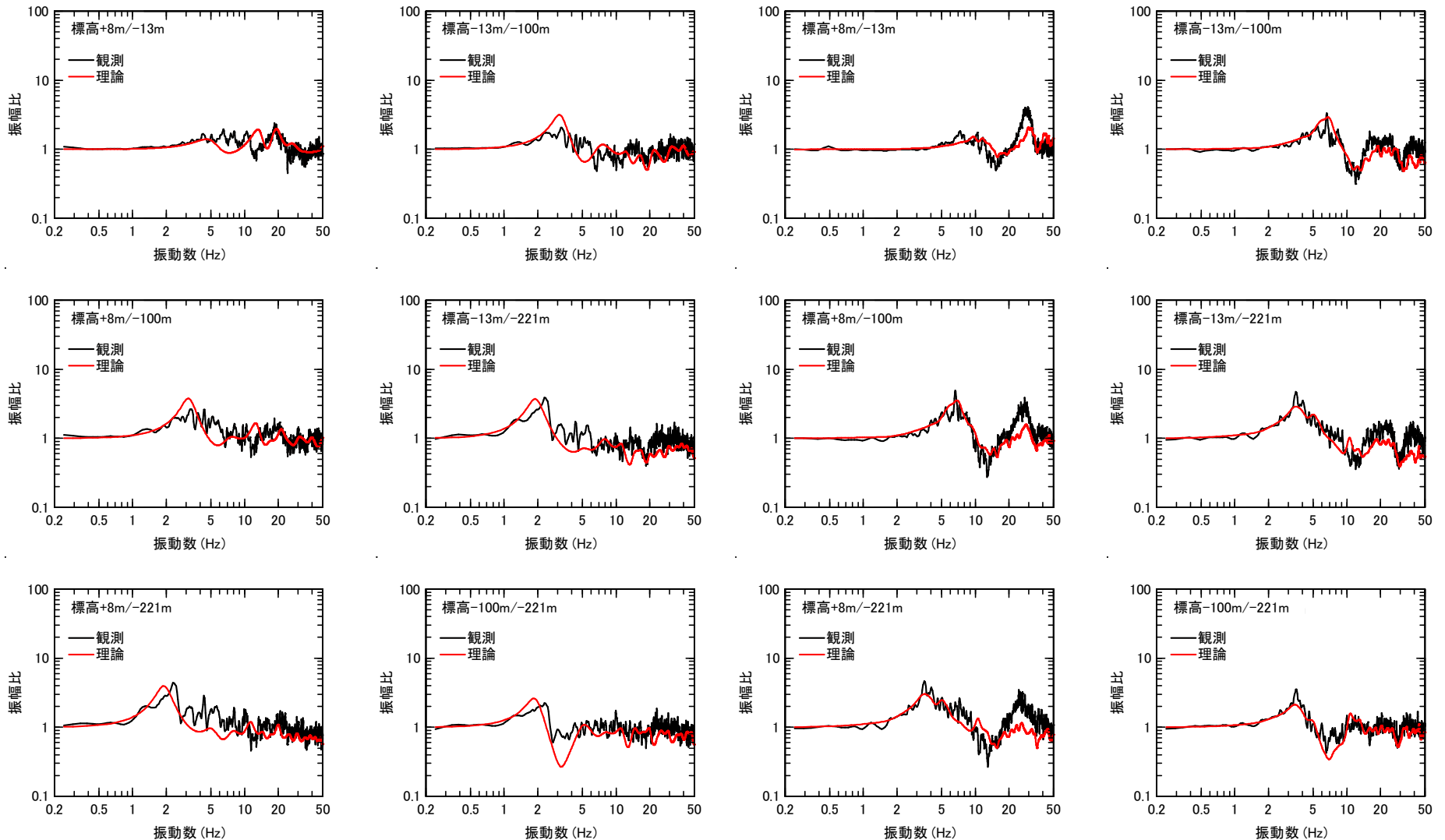


□ : 同定解析に用いる観測記録のレベル

● : 地震計設置位置

3号地下構造モデルの設定(同定解析:伝達関数)

■ 観測記録に基づき評価した平均伝達関数と、同定解析により設定した3号地下構造モデルによる理論伝達関数は良く整合している。



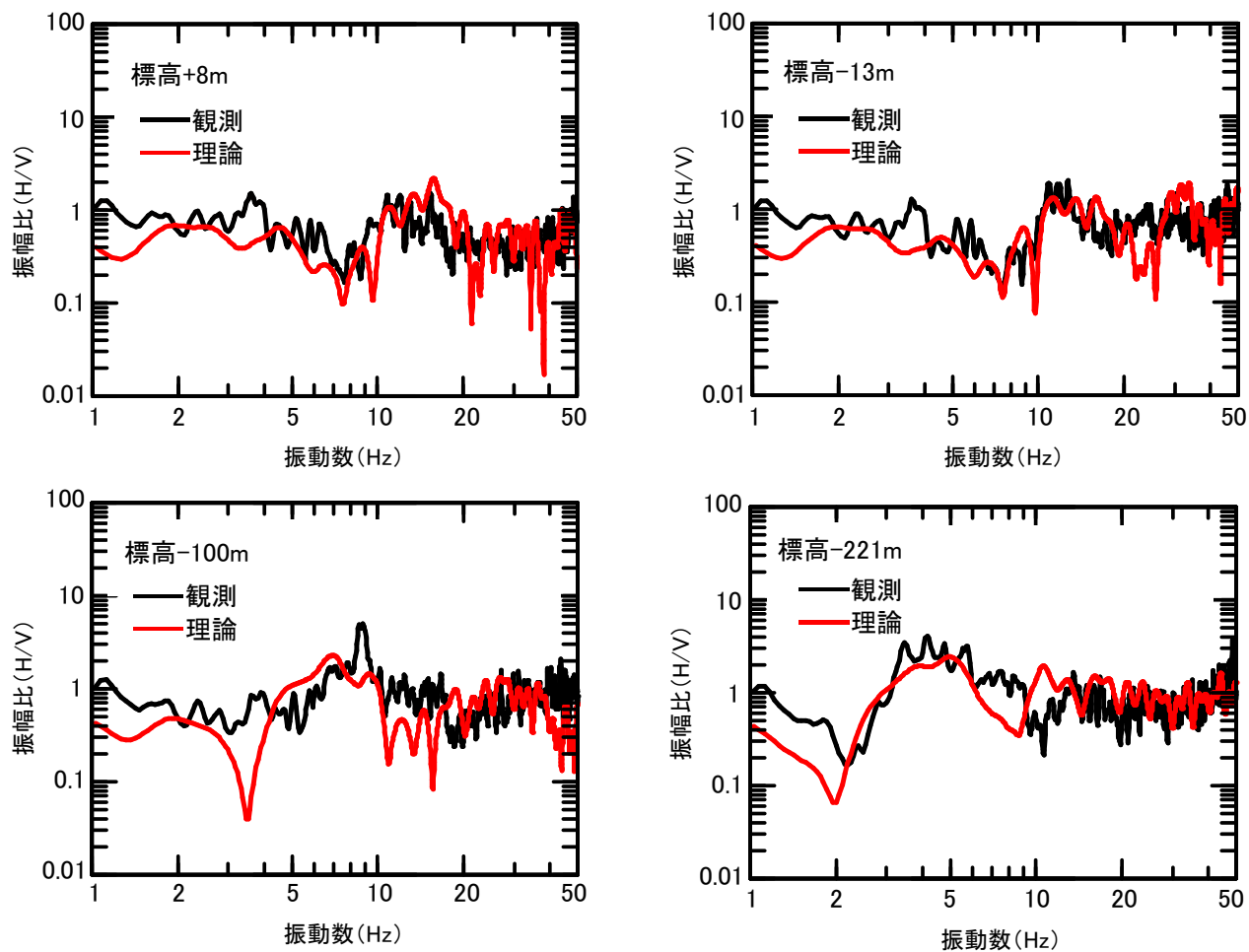
伝達関数の比較(水平方向)

伝達関数の比較(鉛直方向)

4. 地下構造モデルの検討 (2)地下構造モデルの検討

3号地下構造モデルの設定(同定解析:H/Vスペクトル比)

- 観測記録に基づき評価した平均H/Vスペクトル比と、同定解析により設定した3号地下構造モデルによる理論H/Vスペクトル比は良く整合している。



H/Vスペクトル比の比較

3号地下構造モデルの設定(モデル設定値)

- 3号地下構造モデルを以下のとおり設定した。なお、標高-1510m以深の減衰については岩田・関口(2002)⁽⁶⁾で用いられている地下構造モデル※1の値を用いている。

3号地下構造モデル

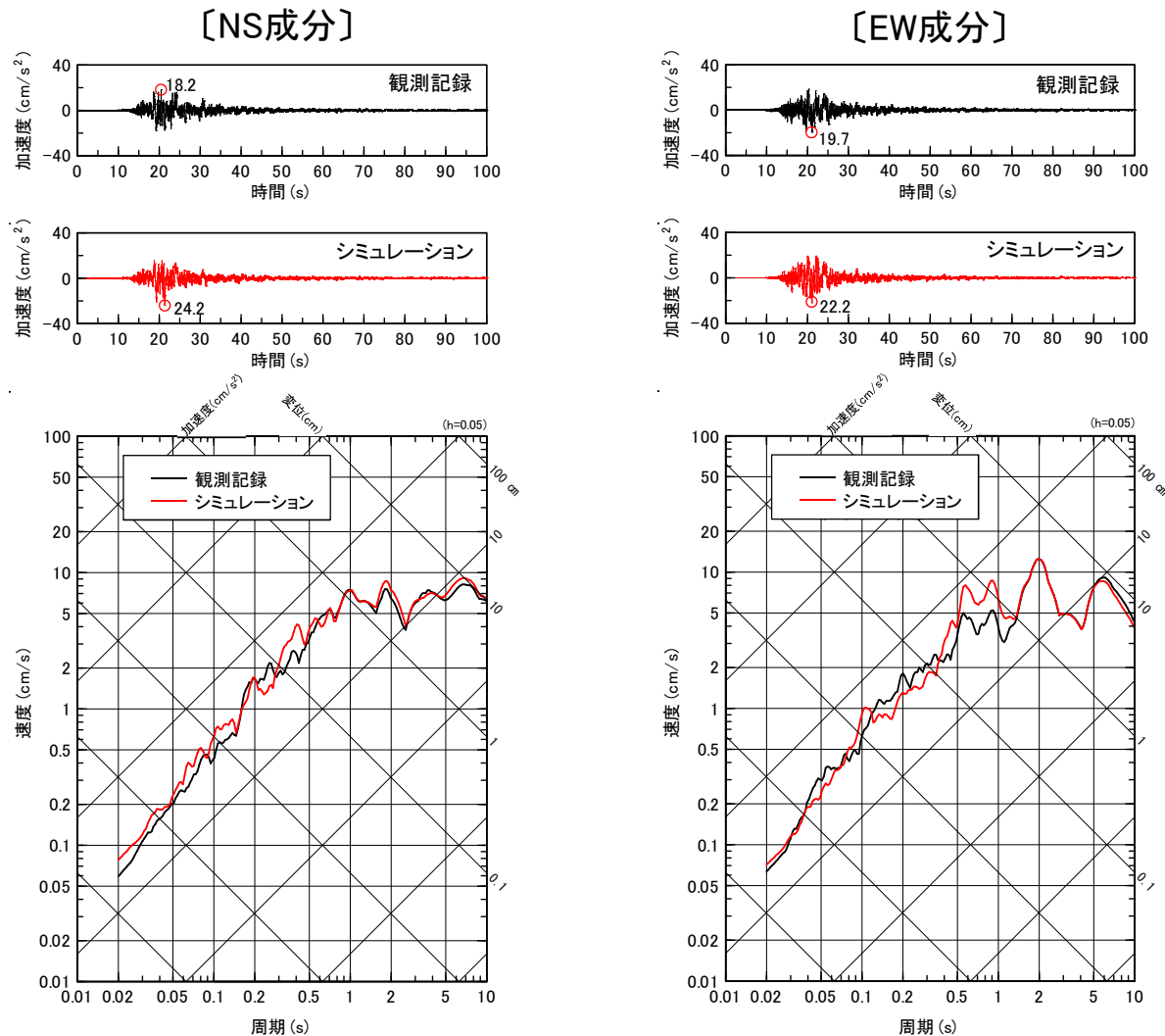
層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波 速度 (m/s)	P波 速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数(%)									
						h _s					h _p				
						h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s	h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s
①	+46	3.3	270	520	2280	15.7f ^{-0.887}	1.10	2.04	3.77	8.49	24.9f ^{-0.887}	1.75	3.23	5.97	13.46
②	+42.7	6.4	620	1710	2380	8.92f ^{-0.845}	0.71	1.27	2.29	4.97	12.5f ^{-0.845}	0.99	1.79	3.21	6.96
③	+36.3	29.3	960	2270	2390	62.9f ^{-0.263}	28.61	34.33	41.19	52.42	64.5f ^{-0.263}	29.34	35.20	42.24	53.75
④	+7	31	1520	3240	2500	24.7f ^{-0.733}	2.75	4.57	7.59	14.86	62.0f ^{-0.733}	6.90	11.47	19.06	37.30
⑤	-24	116	1900	3860	2570	13.1f ^{-0.463}	3.27	4.51	6.22	9.50	26.9f ^{-0.463}	6.72	9.26	12.77	19.52
⑥	-140	32	2100	4150	2490	22.8f ^{-0.739}	2.49	4.16	6.94	13.66	33.8f ^{-0.739}	3.69	6.16	10.29	20.25
⑦	-172	43	1770	3800	2560	25.9f ^{-0.817}	2.24	3.95	6.95	14.70	27.8f ^{-0.817}	2.40	4.24	7.46	15.78
⑧	-215	130	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}	2.57	3.30	4.25	5.92	8.53f ^{-0.363}	2.88	3.70	4.76	6.63
⑨	-345	610	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}	1.13	1.60	2.25	3.55	5.40f ^{-0.497}	1.22	1.72	2.43	3.83
⑩	-955	555	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}	0.60	1.14	2.15	5.00	9.67f ^{-0.920}	0.61	1.16	2.20	5.11
⑪	-1510	530	3020	5220	2620	0.250					0.125				
⑫	-2040	∞	3570	6180	2720	0.185					0.091				

※1 京都大学防災研究所地震予知センター鳥取地震観測所が震源決定に用いている地下構造モデルを参考に設定されたモデルで、2000年鳥取県西部地震の震源インバージョン及び強震動シミュレーションに用いられており、強震動シミュレーション結果は観測記録と良く対応することが確認されている。

※2 fは振動数を表す。

3号地下構造モデルの設定(モデルの妥当性確認)

- 3号地下構造モデルを用いた2000年鳥取県西部地震の地盤応答解析結果(標高-221m→標高-13m)と観測記録(標高-13m)を比較すると、同程度となっていることから、3号地下構造モデルは妥当と考えられる。



3号地下構造モデルによる地盤応答解析結果と観測記録の比較(2000年鳥取県西部地震)

5. 地震動評価に用いる地下構造モデルの設定

地震動評価に用いる地下構造モデル(速度値等の物性値)

■ 2号及び3号地下構造モデルの地盤増幅特性(解放基盤表面／地震基盤面)を比較すると、同程度となるが、3号地下構造モデルの方が若干大きくなるため、地震動評価に用いる地下構造モデルの速度値等の物性値は、3号地下構造モデルのものをを用いた。

2号地下構造モデル

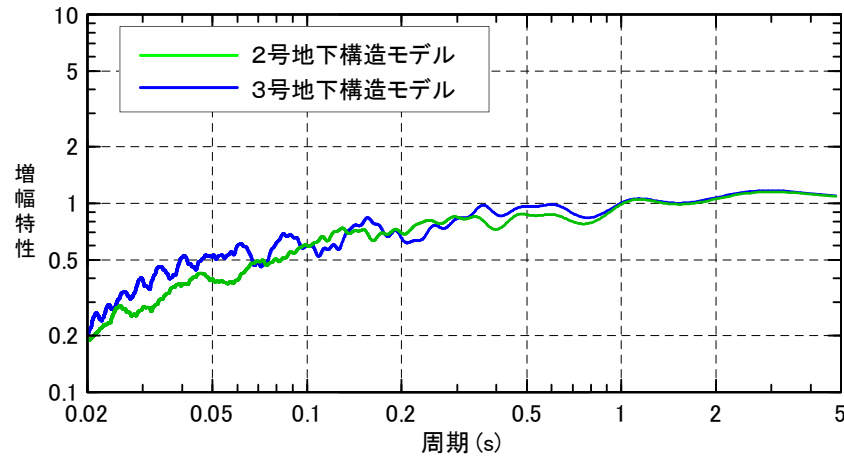
層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数 (%)
1	+15	5.0	250	800	2100	75.8f ^{-0.003}
2	+10	8.8	900	2100	2350	54.6f ^{-0.319}
3	+1.2	61.2	1600	3600	2500	46.0f ^{-0.987}
4	-60	50.0	1950	4000	2500	27.3f ^{-0.539}
5	-110	50.0	2000	4050	2650	48.4f ^{-0.582}
6	-160	73.5	2350	4950	2850	7.62f ^{-0.363}
7	-233.5	56.5	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}
8	-290	610.0	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}
9	-900	610.0	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}
10	-1510	530.0	3020	5220	2620	0.250
11	-2040	∞	3570	6180	2720	0.185

f: 振動数

3号地下構造モデル

層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数 (%)
①	+46	3.3	270	520	2280	15.7f ^{-0.887}
②	+42.7	6.4	620	1710	2380	8.92f ^{-0.845}
③	+36.3	29.3	960	2270	2390	62.9f ^{-0.263}
④	+7	31.0	1520	3240	2500	24.7f ^{-0.733}
⑤	-24	116.0	1900	3860	2570	13.1f ^{-0.463}
⑥	-140	32.0	2100	4150	2490	22.8f ^{-0.739}
⑦	-172	43.0	1770	3800	2560	25.9f ^{-0.817}
⑧	-215	130.0	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}
⑨	-345	610.0	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}
⑩	-955	555.0	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}
⑪	-1510	530.0	3020	5220	2620	0.250
⑫	-2040	∞	3570	6180	2720	0.185

f: 振動数



地震動評価に用いる地下構造モデルに採用

地盤増幅特性(解放基盤表面／地震基盤面)の比較

地震動評価に用いる地下構造モデル(減衰定数の設定)

■ 地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数は、地震観測記録に基づく3号地盤の減衰定数の同定解析結果及び大深度ボーリング孔におけるQ値測定結果を考慮し、地盤増幅特性が安全側になるように設定した。なお、8層以深の減衰定数も浅部と比較すると、設定自体は安全側の評価(減衰定数が小さいので地盤増幅特性に対する感度は小さい)となっている。

3号地下構造モデル

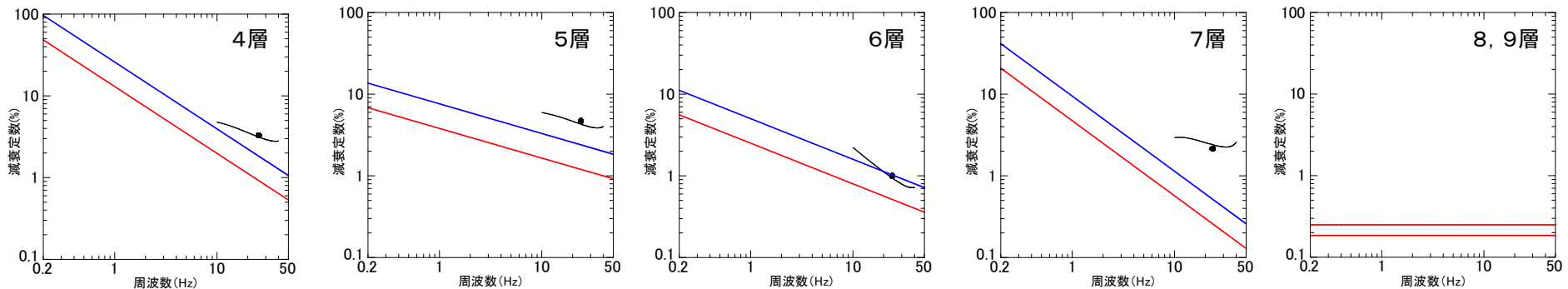
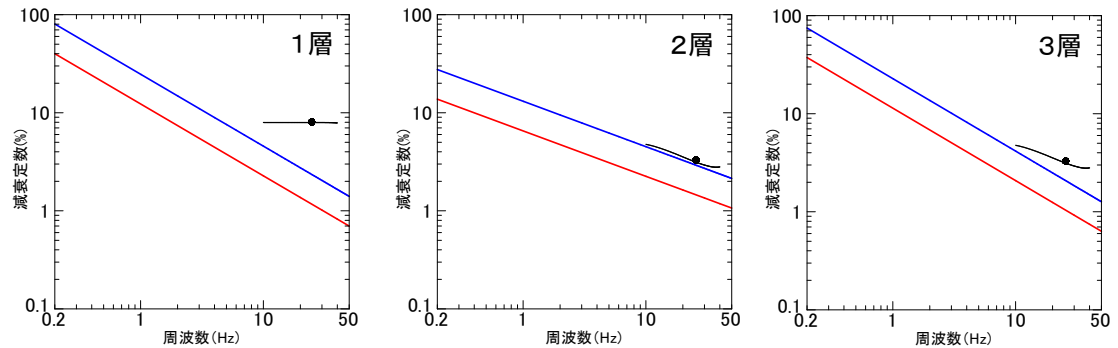
層番号	標高 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数 (%)
1	-10	1520	3240	2500	24.7f ^{-0.733}
2	-24	1900	3860	2570	13.1f ^{-0.463}
3	-140	2100	4150	2490	22.8f ^{-0.739}
4	-172	1770	3800	2560	25.9f ^{-0.817}
5	-215	2530	5220	2680	7.62f ^{-0.363}
6	-345	2190	4350	2650	5.01f ^{-0.497}
7	-955	2730	5160	2640	9.46f ^{-0.920}
8	-1510	3020	5220	2620	0.250
9	-2040	3570	6180	2720	0.185

安全側に設定

12.3f ^{-0.733}
6.53f ^{-0.463}
11.4f ^{-0.739}
13.0f ^{-0.817}
3.81f ^{-0.363}
2.51f ^{-0.497}
4.73f ^{-0.920}
0.250
0.185

f: 振動数

- Q値測定結果(最大振幅法)
- Q値測定結果(振幅スペクトル法)
- 3号地下構造モデルの減衰定数
- 地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数



減衰定数の設定結果

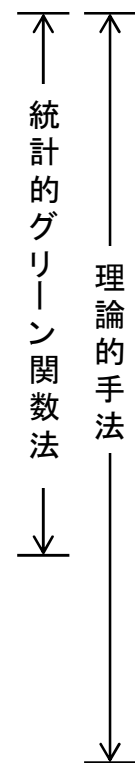
5. 地震動評価に用いる地下構造モデルの設定

地震動評価に用いる地下構造モデル(モデル設定値)

- 地震動評価に用いる地下構造モデルを以下のとおり設定した。なお、深部の物性値(モデルの網掛け箇所)は岩田・関口(2002)⁽⁶⁾で用いられている地下構造モデル※¹の値を用いている。

地震動評価に用いる地下構造モデル

層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波 速度 (m/s)	P波 速度 (m/s)	密度 (kg/m ³)	減衰定数(%)									
						h _s					h _p				
						h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s	h(f) ^{※2}	0.05s	0.1s	0.2s	0.5s
1	-10	14	1520	3240	2500	12.3f ^{-0.733}	1.37	2.27	3.78	7.40	31.1f ^{-0.733}	3.46	5.75	9.56	18.71
2	-24	116	1900	3860	2570	6.53f ^{-0.463}	1.63	2.25	3.10	4.74	13.5f ^{-0.463}	3.37	4.65	6.41	9.79
3	-140	32	2100	4150	2490	11.4f ^{-0.739}	1.25	2.08	3.47	6.83	16.9f ^{-0.739}	1.85	3.08	5.14	10.13
4	-172	43	1770	3800	2560	13.0f ^{-0.817}	1.12	1.98	3.49	7.38	13.9f ^{-0.817}	1.20	2.12	3.73	7.89
5	-215	130	2530	5220	2680	3.81f ^{-0.363}	1.28	1.65	2.12	2.96	4.27f ^{-0.363}	1.44	1.85	2.38	3.32
6	-345	610	2190	4350	2650	2.51f ^{-0.497}	0.57	0.80	1.13	1.78	2.70f ^{-0.497}	0.61	0.86	1.21	1.91
7	-955	555	2730	5160	2640	4.73f ^{-0.920}	0.30	0.57	1.08	2.50	4.84f ^{-0.920}	0.31	0.58	1.10	2.56
8	-1510	530	3020	5220	2620	0.250					0.125				
9	-2040	13960	3570	6180	2720	0.185					0.091				
10	-16000	22000	3870	6700	2800	0.125					0.063				
11	-38000	∞	4510	7800	3100	0.100					0.050				

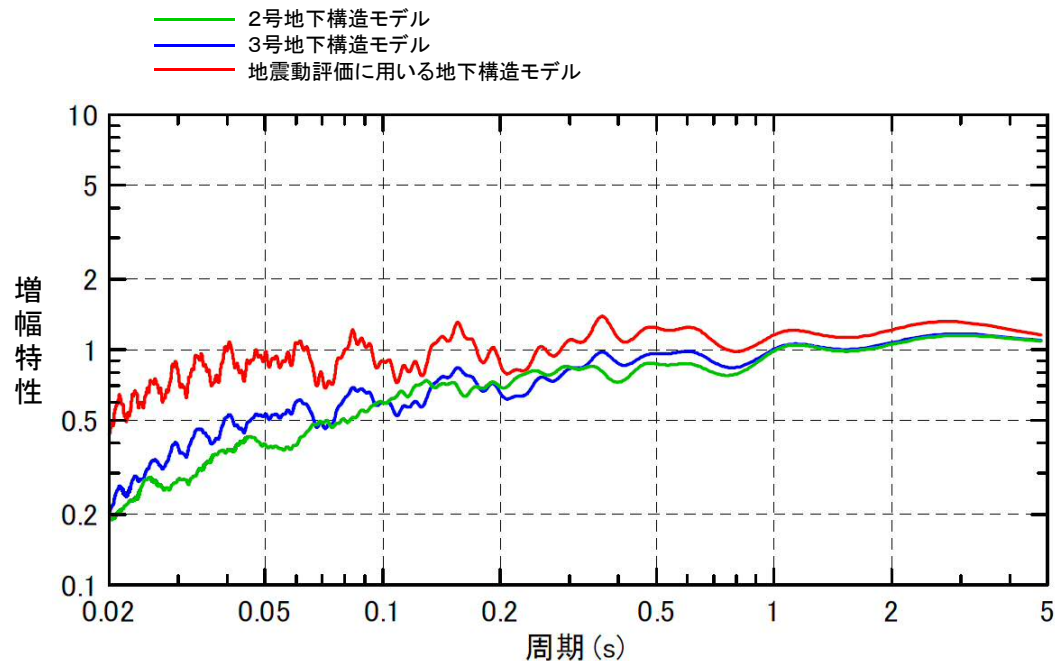


※1 京都大学防災研究所地震予知センター鳥取地震観測所が震源決定に用いている地下構造モデルを参考に設定したモデルで、2000年鳥取県西部地震の震源インバージョン及び強震動シミュレーションに用いられており、強震動シミュレーション結果は観測記録と良く対応することが確認されている。

※2 fは振動数を表す。

地震動評価に用いる地下構造モデル(地盤増幅特性)

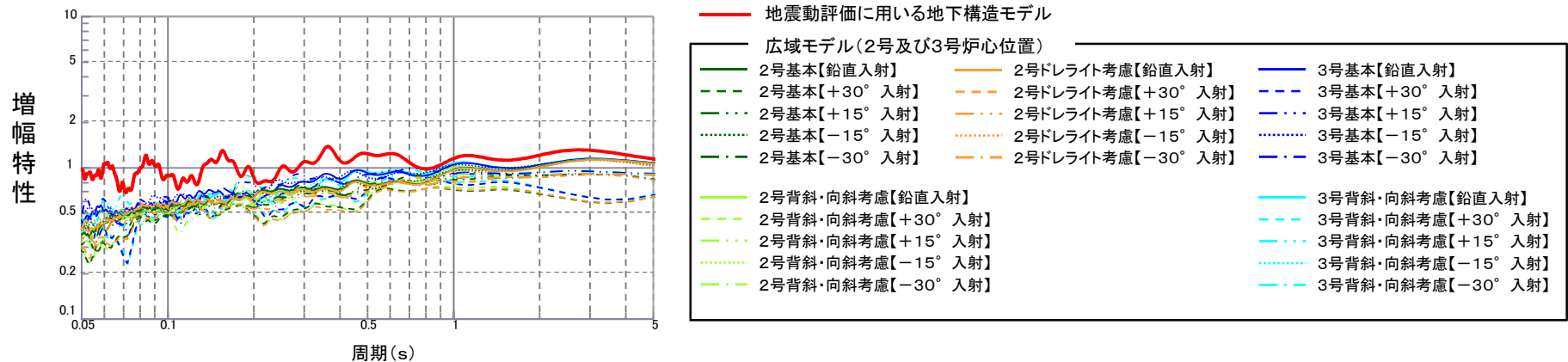
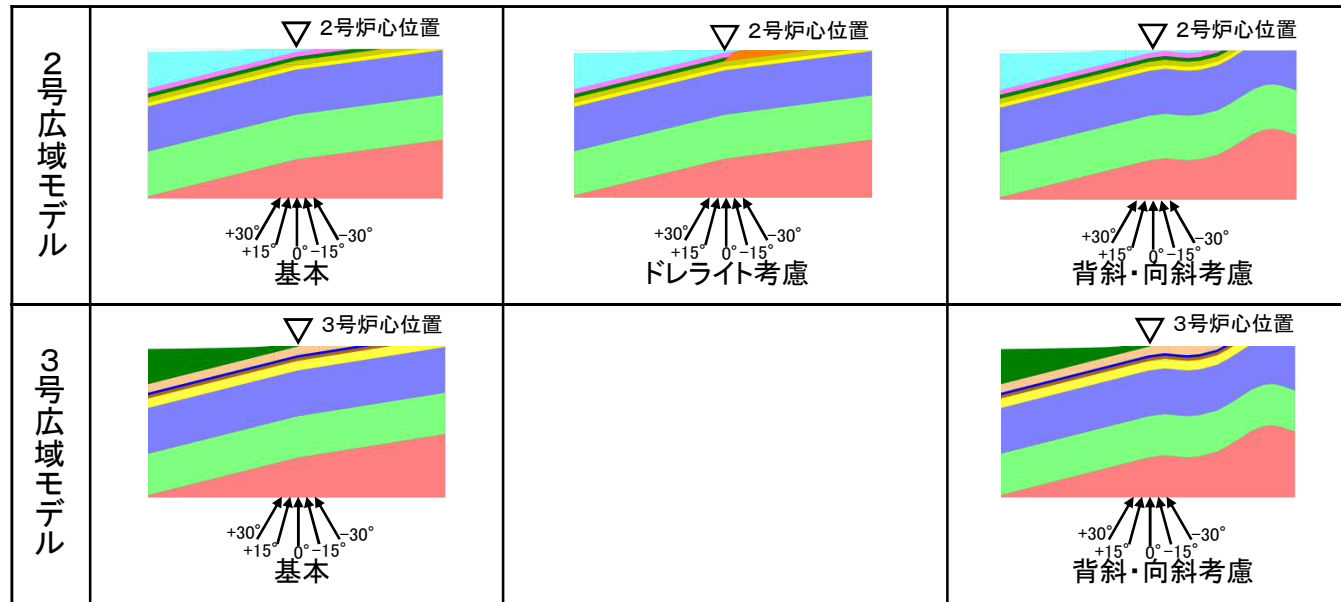
- 地震動評価に用いる地下構造モデルの地盤増幅特性は、2号及び3号地下構造モデルの地盤増幅特性より大きくなり、敷地の地震動を安全側に評価する地下構造モデルを設定した。



地盤増幅特性(解放基盤表面/地震基盤面)の比較

地震動評価に用いる地下構造モデル(減衰定数の保守性確認)

■ 地震動評価に用いる地下構造モデルの地盤増幅特性は、南北方向の傾斜構造の影響を検討した以下の2次元地下構造モデルの地盤増幅特性(鉛直及び斜め入射)よりも大きくなっているため、設定した地下構造モデルの地盤増幅特性は安全側の評価であることを確認した。



地盤増幅特性(解放基盤表面/地震基盤面)の比較

6. まとめ(1)

【敷地及び敷地周辺の地質・地質構造の調査】

- 敷地周辺及び敷地近傍の地質調査結果より、敷地付近には第三紀中新世の成相寺層が分布し、北(日本海側)に傾斜している。
- 文献調査等の結果より、敷地付近の成相寺層は、標高約-900m以深まで分布するものと推定される。
- 敷地内の地質調査結果より、敷地は、ほぼ東西方向の軸を持つ背斜構造の北側に位置し、敷地地盤を構成する成相寺層は北に緩やかに傾斜している。
- 2号及び3号地盤の速度層区分より、敷地の**東西方向の地下構造はほぼ水平成層であり、南北方向の地下構造は北に緩やかに傾斜している**と考えられる。

【観測記録及び物理探査に基づく検討】

- 原子炉建物基礎上端の地震観測記録による検討より、2号炉及び3号炉の原子炉建物の応答が同程度であることから、**それぞれの地盤の増幅特性に違いはない**と考えられる。
- 敷地地盤の地震観測記録による検討のうち、地震波の到来方向別による増幅特性の比較より、検討対象地震の到来方向は東と南の2方向となり、方向別で増幅特性に違いは見られないことから、**敷地の地下構造は特異な構造ではない**と考えられる。なお、検討対象地震が2方向に限定され、西と北からの観測記録はないが、西方向については、敷地の東西方向の地下構造がほぼ水平成層であることを踏まえると、東方向から到来する場合の増幅特性と違いはないと考えられる。一方、北方向については、北方向への傾斜構造を考慮した解析的な検討結果によると、南方向から到来する場合より北方向から到来する場合の方が相対的に増幅特性が小さい。
- 敷地地盤の地震観測記録による検討のうち、2号観測点及び3号観測点の解放基盤表面におけるはざとり波の比較より、両者は同程度であることから、**それぞれの地盤の増幅特性に違いはない**と考えられる。
- 敷地地盤の微動観測記録による検討より、H/Vスペクトル比の1秒以上の長周期側が各観測点で一律にフラットであることから、**敷地の深部地下構造は特異な構造ではない**と考えられる。なお、H/Vスペクトル比の0.25秒以下の短周期側が各観測点で異なるのは、表層(盛土・埋土)の影響によるものと考えられる。

6. まとめ(2)

- 反射法探査及びオフセットVSP探査による検討より、東西方向の反射面が地下深部までほぼ水平に連続していることから、**東西方向の地下構造は水平成層構造**と考えられる。また、南北方向の反射面が北に向かって緩やかに傾斜していることから、**南北方向の地下構造は北に傾斜している**と考えられる。
- 微動アレイ探査による検討より、西側及び東側アレイにおける速度構造の同定結果は概ね同程度の深さに同程度の速度層が分布していることから、敷地及び敷地周辺の**東西方向の地下構造は水平成層構造**と考えられる。

【傾斜構造を考慮した解析による検討】

- 傾斜構造を考慮した2次元地下構造モデルとして、2号及び3号地盤の敷地内モデル、広域モデルに加え、敷地南方の背斜・向斜構造を考慮した広域モデルを設定し、また、2号地盤についてはドレライトを考慮した敷地内モデル及び広域モデルを設定し、地震波の入射角の違いによる地盤増幅特性への影響を検討した。その結果、全ての検討モデルにおいて、鉛直入射の地盤増幅特性が、斜め入射の地盤増幅特性と比較して、同程度またはそれ以上となり、**斜め入射を考慮しても傾斜構造による特異な増幅傾向はみられなかった。**
- 1次元地下構造モデルによる地盤増幅特性と、上記の2次元地下構造モデルの鉛直入射の地盤増幅特性を比較すると、全ての検討モデルにおいて、1次元地下構造モデルの増幅特性が、2次元地下構造モデルの増幅特性と同程度またはそれ以上となり、**1次元と2次元の増幅傾向に違いはみられなかった。**
- 2次元地下構造モデルにRicker波を入射して、地震波の入射角の違いによる伝播特性への影響を検討すると、全ての検討モデルにおいて、地盤の**傾斜構造及び背斜・向斜構造等による特異な伝播傾向はみられなかった。**
- 以上より、南北方向の傾斜構造が敷地の地震動評価に与える影響はほとんどないことを確認できた(結果的に保守的な評価となる)ことから、**南北方向の地下構造は水平成層構造で近似できる**と考えられる。

6. まとめ(3)

【地下構造モデルの検討】

- 敷地の傾斜構造を考慮した解析による検討を踏まえ、2号及び3号観測点における地震観測記録及び物理探査結果に基づき、**2号及び3号地下構造モデルを設定した。**
- 2号及び3号地下構造モデルを用いた2000年鳥取県西部地震の地盤応答解析結果と観測記録を比較すると、同程度となることから、**2号及び3号地下構造モデルは妥当と考えられる。**

【地震動評価に用いる地下構造モデルの設定】

- 2号及び3号地下構造モデルの地盤増幅特性は同程度であるが、3号地下構造モデルの方が若干大きくなるため、**地震動評価に用いる地下構造モデルの速度値等の物性値は、3号地下構造モデルの値を用いて設定した。**
- **地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数は、地震観測記録に基づく3号地盤の減衰定数の同定解析結果及び大深度ボーリング孔におけるQ値測定結果を考慮し、地盤増幅特性が安全側になるように設定した。**
- 地震動評価に用いる地下構造モデルから求めた理論位相速度と、微動アレイ観測記録から求めた位相速度を比較すると、同程度となることから、**地震動評価に用いる地下構造モデルの深さ2km程度までの物性値は妥当と考えられる。**
- 地震動評価に用いる地下構造モデルの地盤増幅特性は、南北方向の傾斜構造の影響を検討した2次元地下構造モデルの地盤増幅特性(鉛直及び斜め入射)よりも大きくなっているため、**設定した地下構造モデルの地盤増幅特性は安全側の評価であることを確認した。**
- 地震動評価に用いる地下構造モデルの減衰定数を安全側に設定することにより、**地盤増幅特性は十分な保守性を有していることから、2次元地下構造モデルの深部構造のモデル設定において不確かさがあるとしても、安全側に地震動を評価できるものと考えている。**
- 以上より、**敷地全体の地震動を安全側に評価することができる地下構造モデルを設定し、その妥当性を確認した。**

6. まとめ(4)

【今後の取り組み】

- 今後は、物理探査において掘削した大深度ボーリング孔に地震計を設置して、地震観測の充実を図る。そして、その地震記録を用いて地下深部からの地盤増幅特性を評価して、設定した地下構造モデルの検証を行い、敷地の地震動評価の精度向上に努める。


(参考)

新規制基準の制定経緯と基本的な考え方

<制定経緯>

○東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、同事故の教訓や最新の技術的知見、国際原子力機関等の定める基準、海外の規制動向等を踏まえ、平成24年6月、原子炉等規制法が改正され、同法改正に基づき、規則、各種ガイド等（P59参照）による「新規制基準」が制定。

<基本的な考え方（従来の規制との比較の一例）>

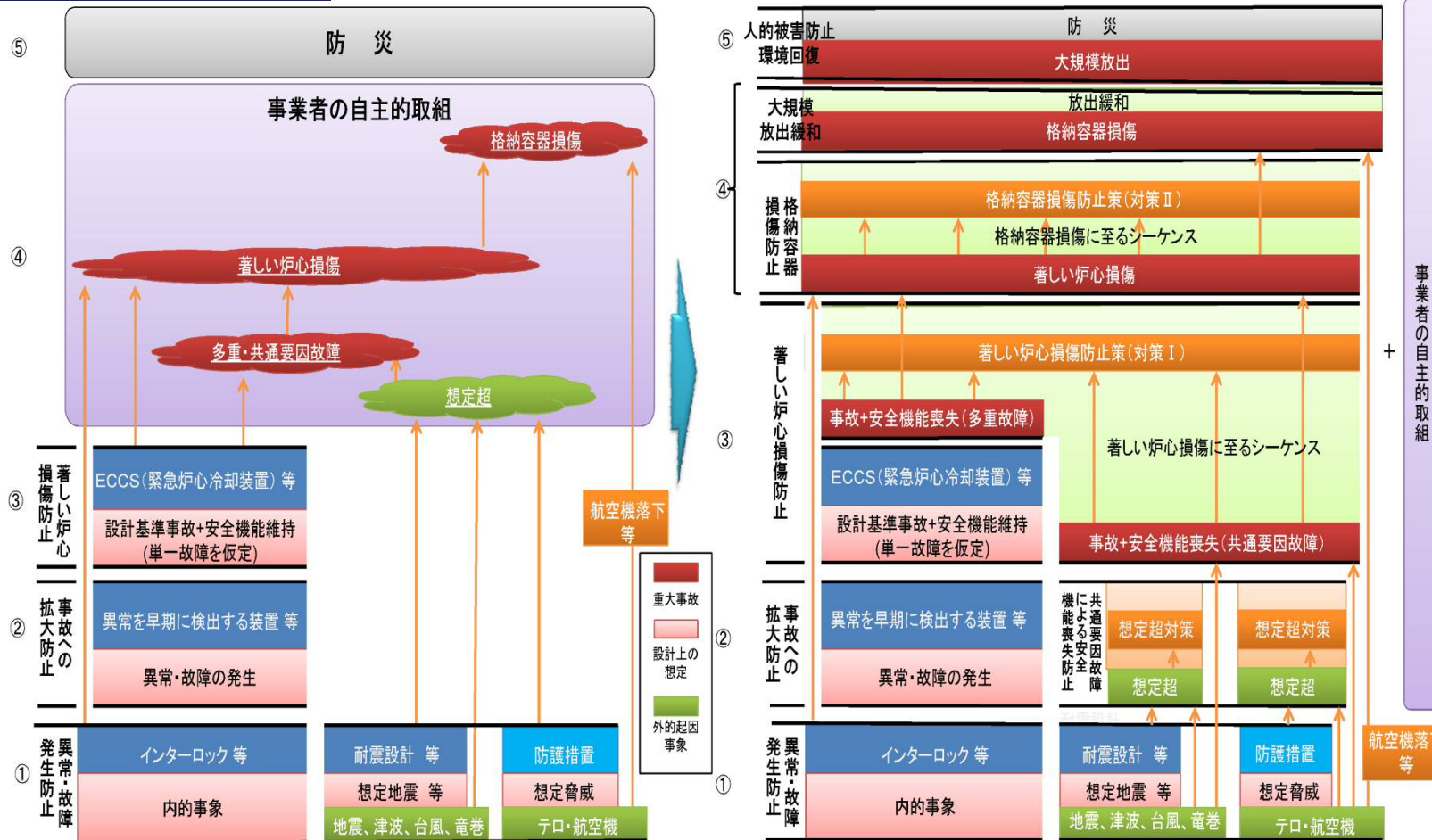
従来の規制	強化・新設	新規制基準
<ul style="list-style-type: none"> ■ 深層防護※のうち、レベル3までを基本 ✓ 著しい炉心損傷防止を目的に設計基準事故に対する防護策を要求。 ✓ 設計基準事故を超える事故・設計上の想定を超える外的事象への対策は事業者の自主的取り組み。 <p style="text-align: right; font-size: small;">※深層防護についてはP60参照</p>		<ul style="list-style-type: none"> ■ 深層防護※のうち、レベル4までを基本 ✓ 新たに著しい炉心損傷に対して、格納容器の破損防止および放射性物質の大規模放出緩和のための対策を要求。 ✓ 設計基準事故を超える事故・設計上の想定を超える外的事象に対しても対策を要求。 <p style="text-align: right; font-size: small;">※深層防護についてはP60参照</p>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 単一の要因（機器の故障や事故）により非常用炉心冷却系、安全保護系及び電気系など安全上重要な系の機器が1つ故障したとしても安全機能が全て失われないよう複数機器を備えておくようにする。 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 共通要因による安全機能の一斉喪失を防止する観点から、自然現象の想定と対策を大幅に引き上げ。 ✓ 自然現象以外でも共通要因による安全機能の一斉喪失を引き起こす可能性のある事象（火災など）について対策を強化。

＜参考＞新規制基準を構成する主な規則・各種ガイド（抜粋）59

審査基準に関する内規	実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（設置許可基準規則）の解釈
	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（技術基準規則）の解釈
	実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準
	実用発電原子炉及びその附属施設における保安規定審査基準
規制基準に関する内規（審査ガイド）	原子力発電所の火山影響評価ガイド
	原子力発電所の竜巻影響ガイド
	原子力発電所の外部火災影響評価ガイド
	原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド
	原子力発電所の内部火災影響評価ガイド
	実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイド
	実用発電用原子炉に係る使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止対策の有効性評価に関する審査ガイド
	実用発電用原子炉に係る運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価に関する審査ガイド
	実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド
	実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイド
	実用発電用原子炉に係る航空機衝突影響評価に関する審査ガイド
	敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド
	基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド
	基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド
	基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド
	耐震設計に係る工認審査ガイド
耐津波設計に係る工認審査ガイド	

<参考> 深層防護の原則と規制化の範囲

- 深層防護の原則は、国際原子力機関等の定義を参考に、5層のレベルが設定。
- 従来の規制が関与する範囲は、レベル3「著しい炉心損傷の防止」まで。
- 新規規制基準においては、レベル4「格納容器損傷防止」「放射性物質の大規模放出緩和」まで関与。



適合性確認審査会合の開催状況（1 / 4）

	開催日	議 題	
		地震・津波関係	プラント関係
1	26.01.16	申請の概要	
2	26.01.28	申請内容に係る主要な論点	
3	26.02.20	敷地周辺陸域の活断層評価	
4	26.03.19	敷地周辺海域の活断層評価	
5	26.04.09	敷地周辺海域の活断層評価（コメント回答）	
6	26.04.16	地下構造評価	
7	26.05.01	敷地周辺陸域・海域の活断層評価（コメント回答）	
8	26.06.27	震源を特定せず策定する地震動	
9	26.07.22		確率論的リスク評価（内部事象）
1 0	26.08.05		静的機器の単一故障に係る設計
1 1	26.08.28		格納容器フィルタベント系
1 2	26.09.05	地下構造評価（コメント回答）	

	開催日	議 題	
		地震・津波関係	プラント関係
1 3	26.09.11		格納容器フィルタベント系（コメント回答）
1 4	26.09.30		確率論的リスク評価（外部事象）
1 5	26.10.02		事故シーケンス等の選定
1 6	26.10.14		重大事故等対策の有効性評価（炉心損傷防止対策）
1 7	26.10.16		重大事故等対策の有効性評価（炉心損傷防止対策）
1 8	26.10.23		外部火災の影響評価
1 9	26.10.30		内部溢水の影響評価
2 0	26.11.06		外部火災の影響評価
2 1	26.11.13		重大事故等対策の有効性評価（可搬型設備保管場所等）
2 2	26.11.20		重大事故等対策の有効性評価（炉心損傷防止対策）
2 3	26.11.21	地下構造評価（コメント回答）	
2 4	26.12.04		火災防護（内部火災の影響評価）

適合性確認審査会合の開催状況（3/4）

	開催日	議 題	
		地震・津波関係	プラント関係
25	26.12.09		重大事故等対策の有効性評価（格納容器破損防止対策）
/	26.12.19		現地調査
26	27.01.15		重大事故等対策の有効性評価 （炉心損傷・格納容器破損防止対策）
27	27.01.16	敷地周辺陸域の活断層評価（コメント回答）	
28	27.01.27		重大事故等対策の有効性評価（事故シーケンス）
29	27.02.03		竜巻影響評価
/	27.02.05-06	現地調査	
30	27.02.10		緊急時対策所
31	27.02.19		誤操作防止，安全避難通路，安全保護回路
32	27.02.24		原子炉冷却材圧力バウンダリ
33	27.02.26		格納容器フィルタベント系（主ライン・弁の構成）
34	27.03.03		原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果
35	27.03.05		静的機器の単一故障に係る設計（コメント回答）
36	27.03.06	地下構造評価（コメント回答）	

（網掛は，これまでのご説明分）

	開催日	議 題	
		地震・津波関係	プラント関係
37	27.03.17		重大事故等対策の有効性評価（事故シーケンス）
38	27.03.19		外部火災の影響評価
39	27.03.24		通信連絡設備
40	27.03.31		竜巻影響評価
41	27.04.02		監視設備および監視測定設備
42	27.04.07		格納容器フィルタベント系（主ライン・弁の構成、運営方法等）
43	27.04.09		竜巻影響評価（フジタモデルの適用）
44	27.04.21		共用に関する設計上の考慮について
45	27.04.24	敷地の地質・地質構造、現地調査(コメント回答)	
46	27.05.12		重大事故等対策の有効性評価（シリアクティブ解析コード）
47	27.05.15	敷地周辺海域の活断層評価(コメント回答)	
48	27.05.21		内部溢水影響評価(コメント回答)
49	27.05.28		格納容器フィルタベント系(コメント回答)