

論点7 地震によるプルサーマルへの影響について

プルサーマルの実施により、MOX燃料を採用することになるが、燃料以外の設備には変更はなく、耐震安全性は従来と変わらない。

MOX燃料も従来のウラン燃料と基本的な構造は同じであり、耐震強度としても影響はない。

よって、地震によるプルサーマルへの影響としては、検討課題にもあげられているとおり、現在実施している新耐震指針に照らした女川原子力発電所の耐震安全性評価の内容についてご説明する。

また、新潟県中越沖地震を踏まえて、耐震安全性評価に反映した内容の他、防災体制への反映等についてご説明する。

2

ご説明の内容

論点7 地震によるプルサーマルへの影響

検討課題

- ①新しい耐震指針により、どのようにして耐震安全性を確認（バックチェック）しているのか。(P63)
- ②地震の想定が小さいのではないか。(P64)
- ③中越沖地震における知見はどのように活かしたのか。(P65)
- ④実際に地震により被災した場合、どのくらい被害を想定していて、また、防災体制はどうなっているのか。(P74)
- ⑤プルサーマルを実施すると、地震の際に危険性が増すのではないか。(P77)

※()内の数字は、各項目のまとめの頁を示す

3

検討課題①～③について

検討課題①～③については、新耐震指針による既設発電所の耐震安全性評価(バックチェック)の中で検討していることから、合わせて耐震安全性評価の内容として説明する。

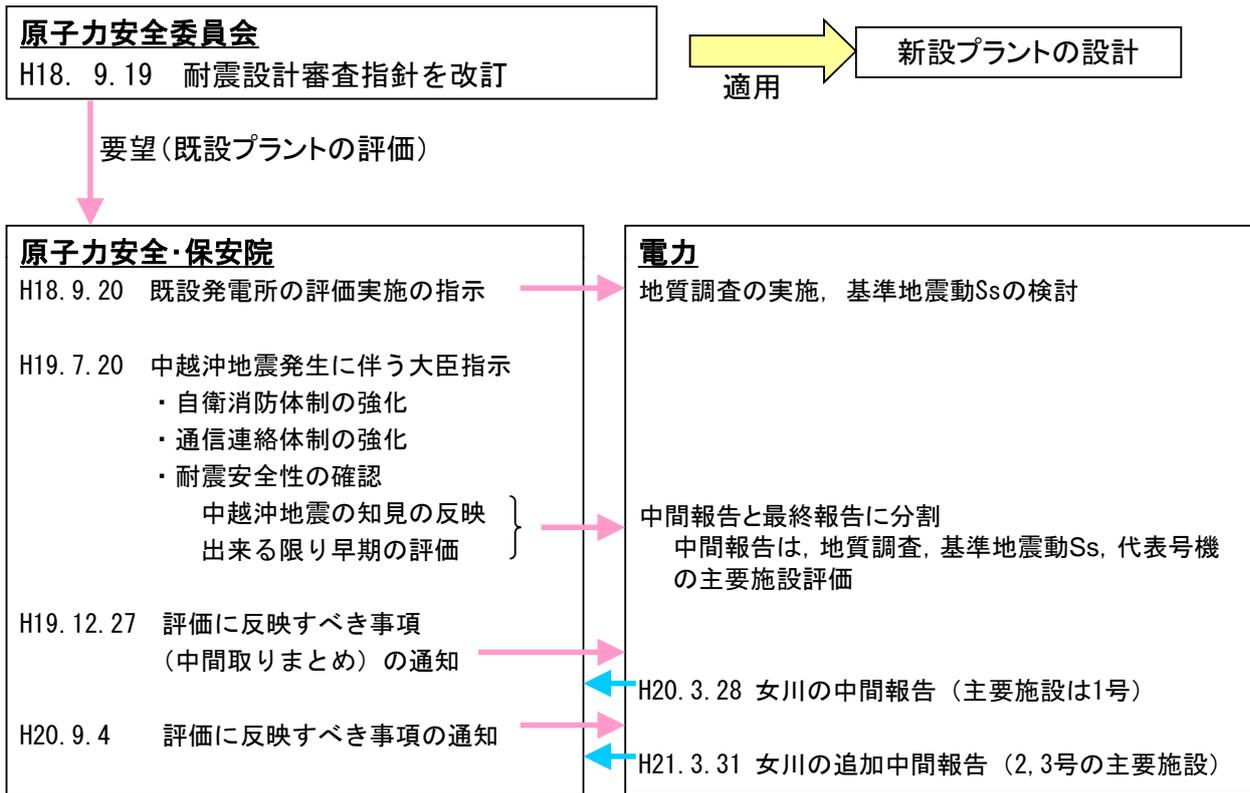
<説明内容>

1. 耐震安全性評価に係る状況
2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価
 - (1)地質調査の実施・活断層の評価
 - (2)基準地震動 S_s の策定
 - (3)施設等の耐震安全性評価

検討課題①～③について

1. 耐震安全性評価に係る状況

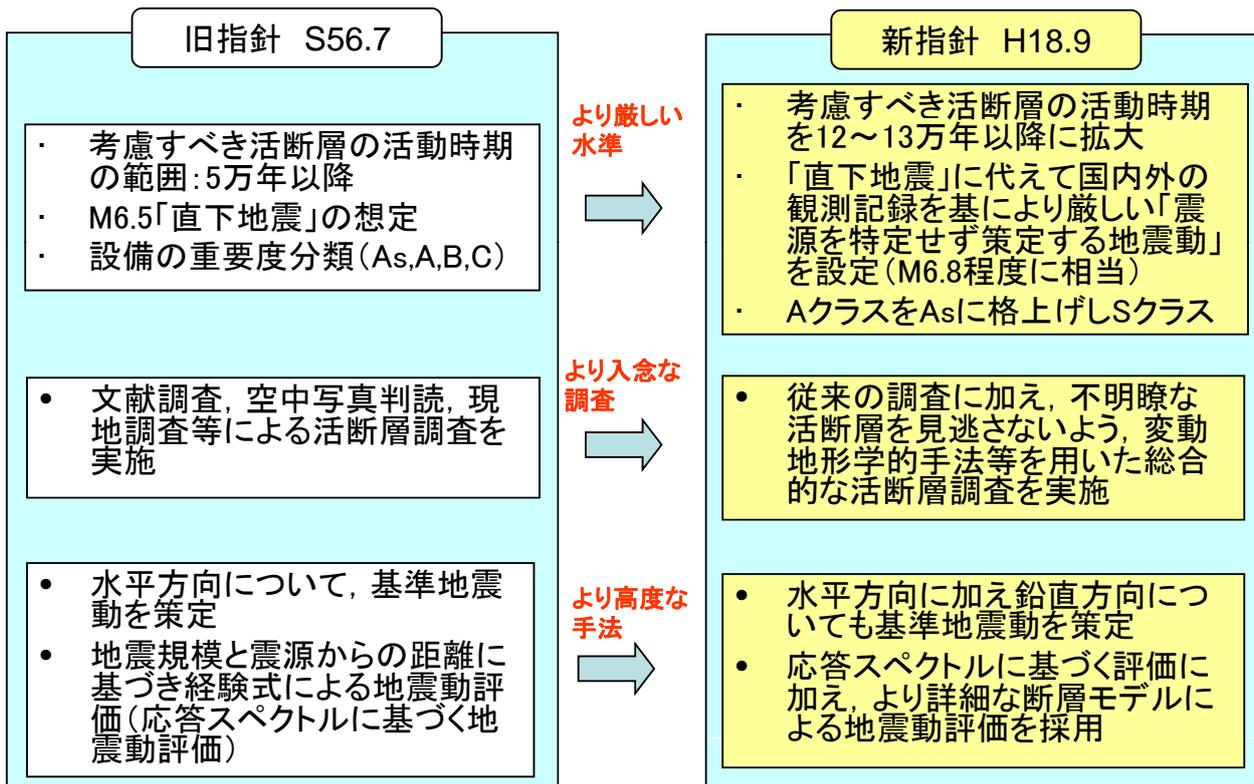
1.1 新耐震指針に照らした耐震安全性評価(バックチェック)の経緯



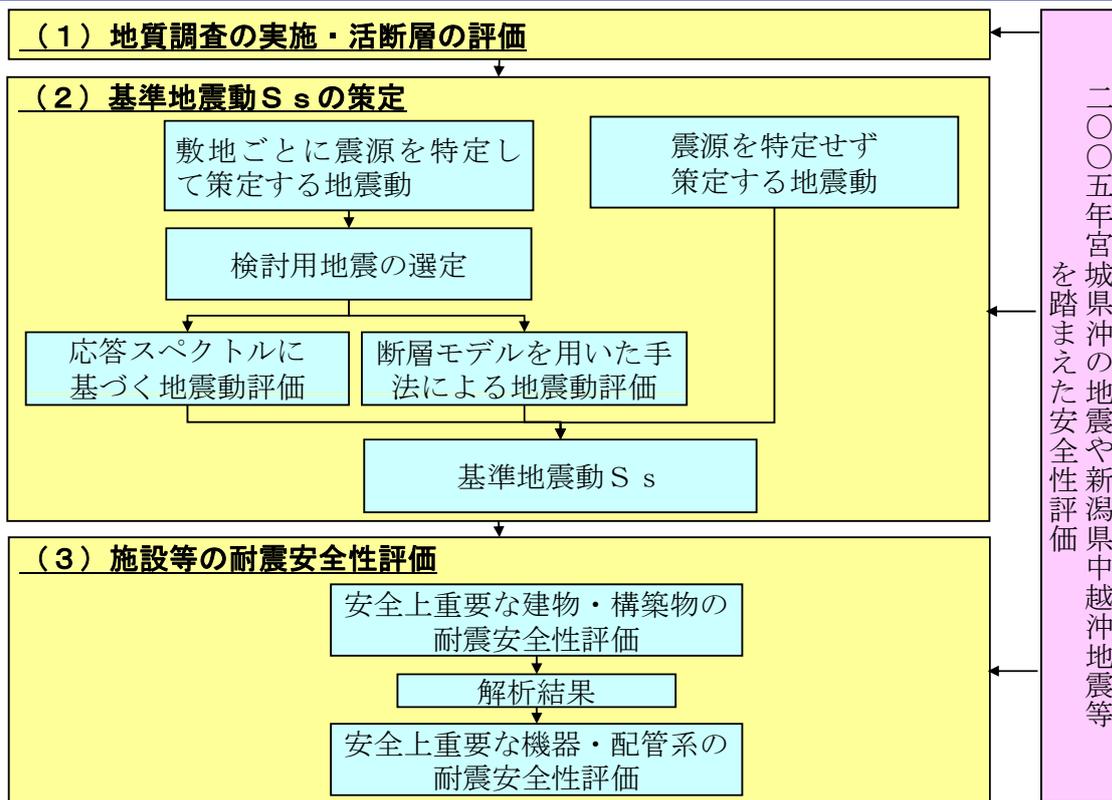
1.2 耐震安全性評価の位置付け

- ・新指針は、**最新の知見・技術**を取り入れ、より一層の高度化を図るもの
- ・新指針は**旧指針を否定するものではない**
⇒原子炉施設は裕度を持って設計しており、旧指針でも耐震安全性は確保されている
- ・今後の**新設プラント**に適用
⇒既設のバックチェックにより、より一層の信頼性向上を図る
- ・**中越沖地震**により得られた知見も反映
⇒入念な地質調査に基づき、より安全側に活断層を評価
⇒不確かさを考慮した地震動の評価

1.3 新耐震設計審査指針のポイント



1.4 新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れ



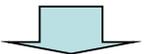
1.5 女川原子力発電所1号機の耐震安全性評価

現在、新耐震指針に照らした耐震安全性評価(地質調査, 基準地震動 S_s , 1号機主要設備の評価)を実施中

(1) 地質調査の実施・活断層の評価



(2) 基準地震動 S_s の策定

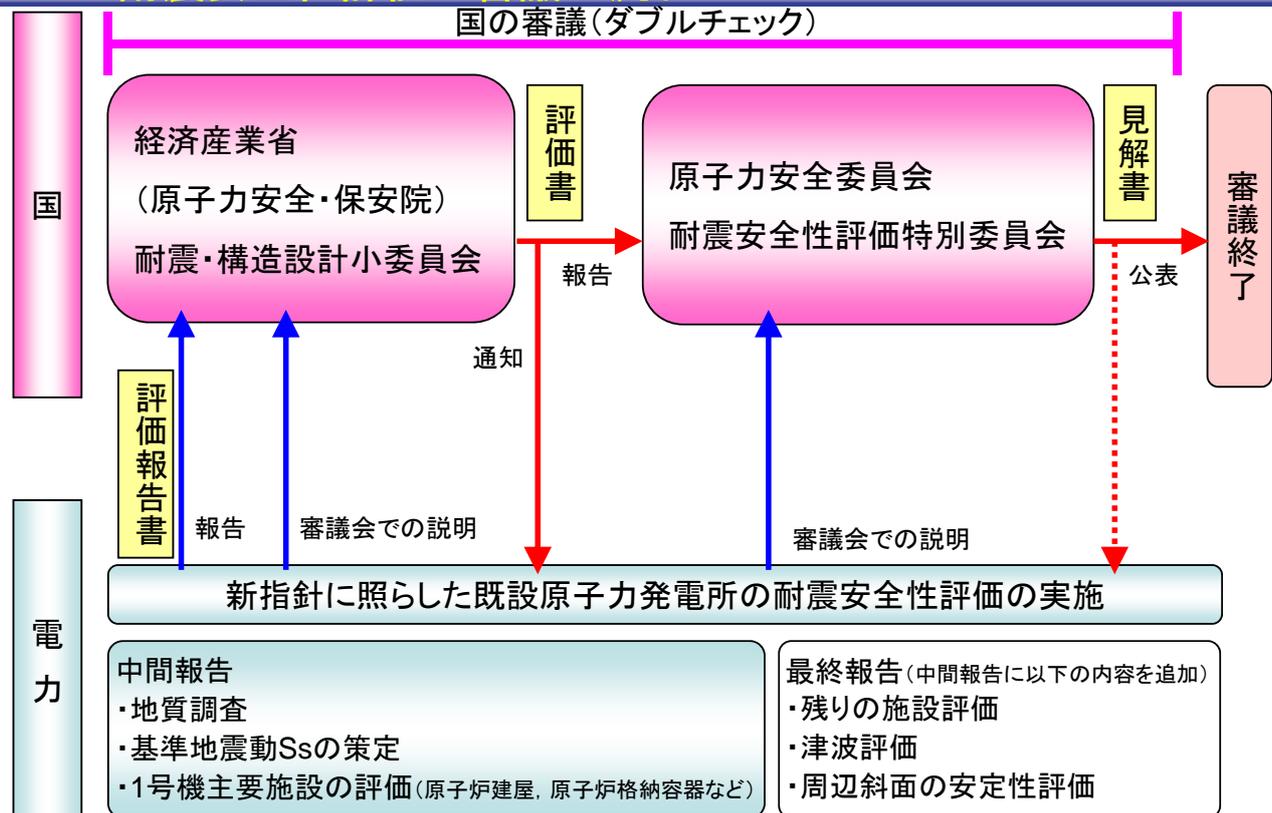


(3) 施設等の耐震安全性評価

原子力安全・保安院の審議は終了し, 引き続き原子力安全委員会による審議

- 平成20年3月 中間報告
(地質調査, 基準地震動 S_s , 1号機主要設備の評価)
- 平成21年3月 中間報告[改訂版]
(2号, 3号主要設備の評価)

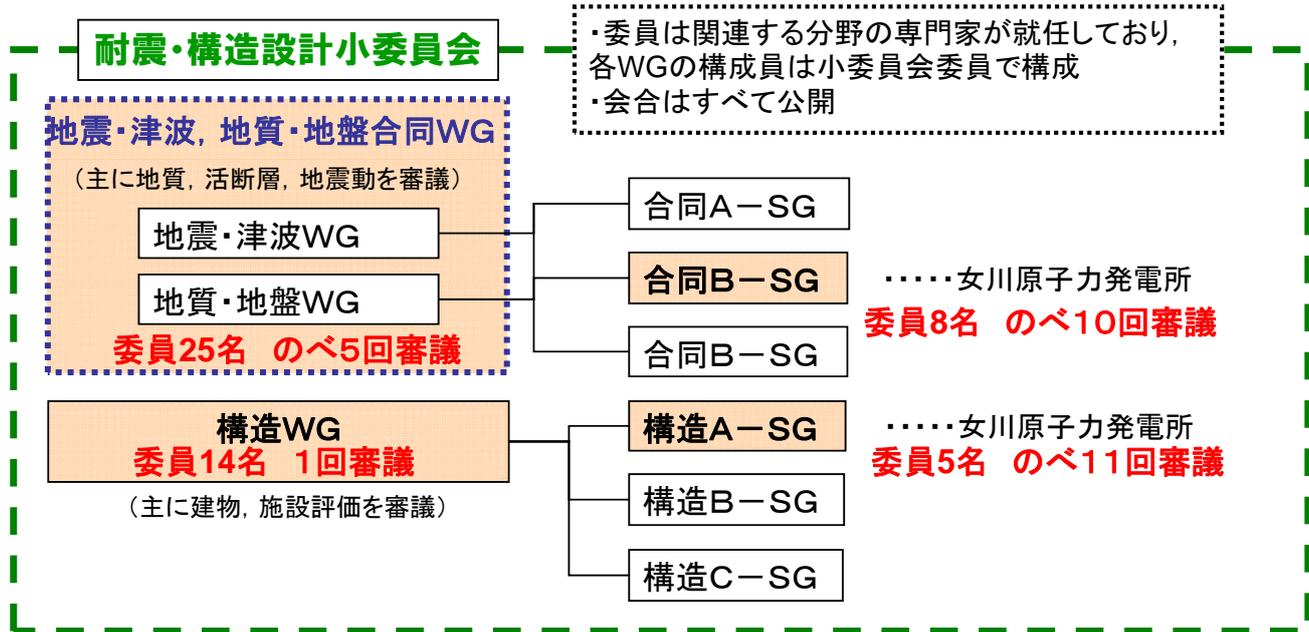
1.6 耐震安全性評価の審議の流れ



1.7 女川原子力発電所1号機の審議体制

原子力安全・保安院での耐震安全性評価審議体制

以下のワーキンググループ体制で審議

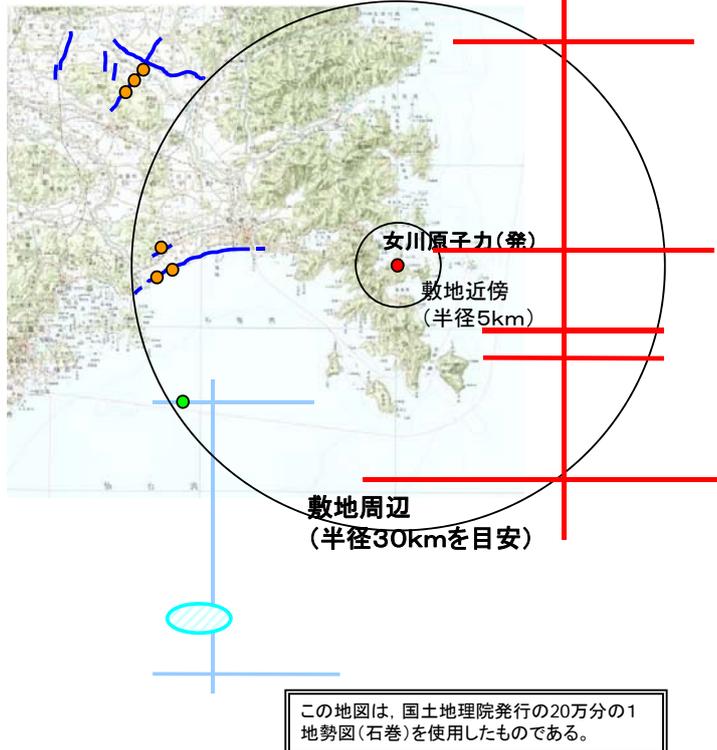


2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価

(1) 地質調査, 活断層評価

(1) 地質調査、活断層評価 **地質調査の実施**

地質調査・解析範囲



既存データに加え、新耐震指針に照らした各種地質調査(変動地形的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等)を実施

(敷地周辺を対象に実施)

- ・ 空中写真判読
- ・ 地表地質調査
- ・ 既往データの解析

(断層等を対象に実施)

- ・ 反射法地震探査等
- ・ ボーリング調査
- ・ 海上音波探査(仙台湾)
- ・ 追加海上音波探査(太平洋)
- ・ 海上ボーリング調査
- ・ 柱状採泥調査

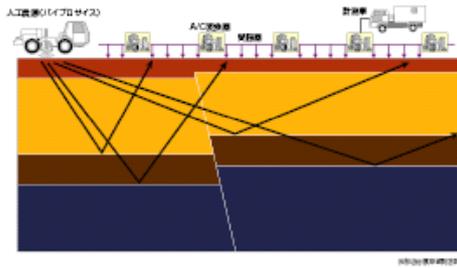
(1) 地質調査、活断層評価 **陸域における詳細な地質調査**

地表地質調査

- ・ 敷地周辺約30kmの範囲
- ・ 敷地近傍の島しょ・岩礁部、入り組んだ海岸線沿いの露頭も詳細調査



反射法地震探査



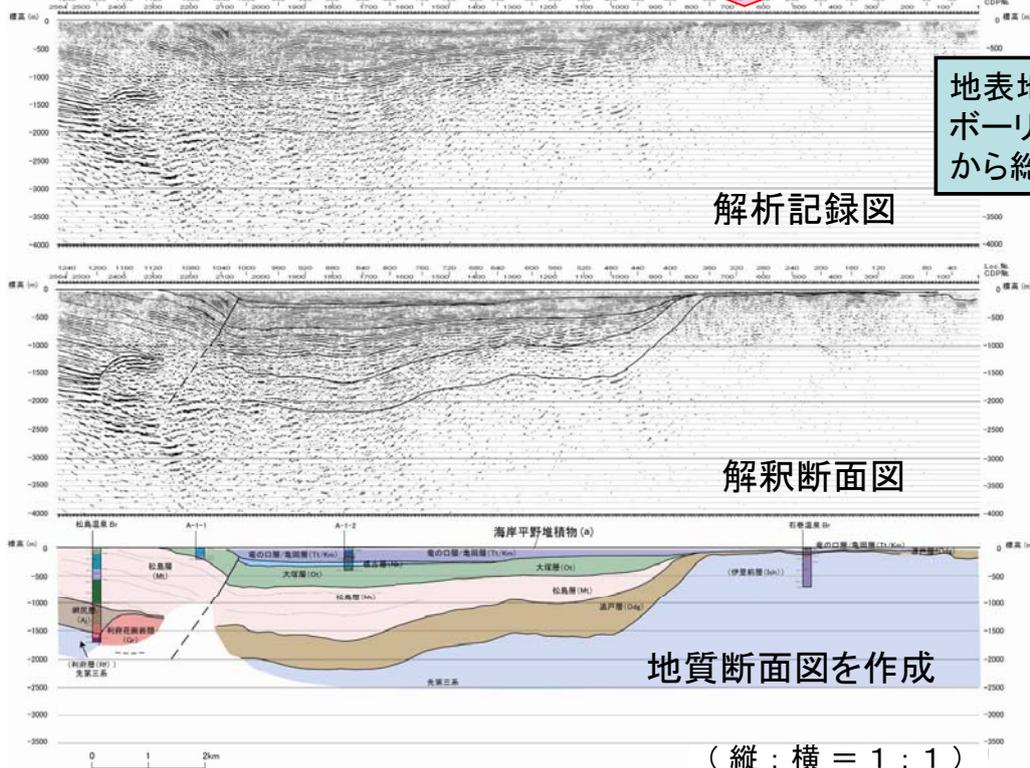
起震車により地下に振動を与え, 反射波をとらえて地下構造を把握

中深度を対象とした起震車



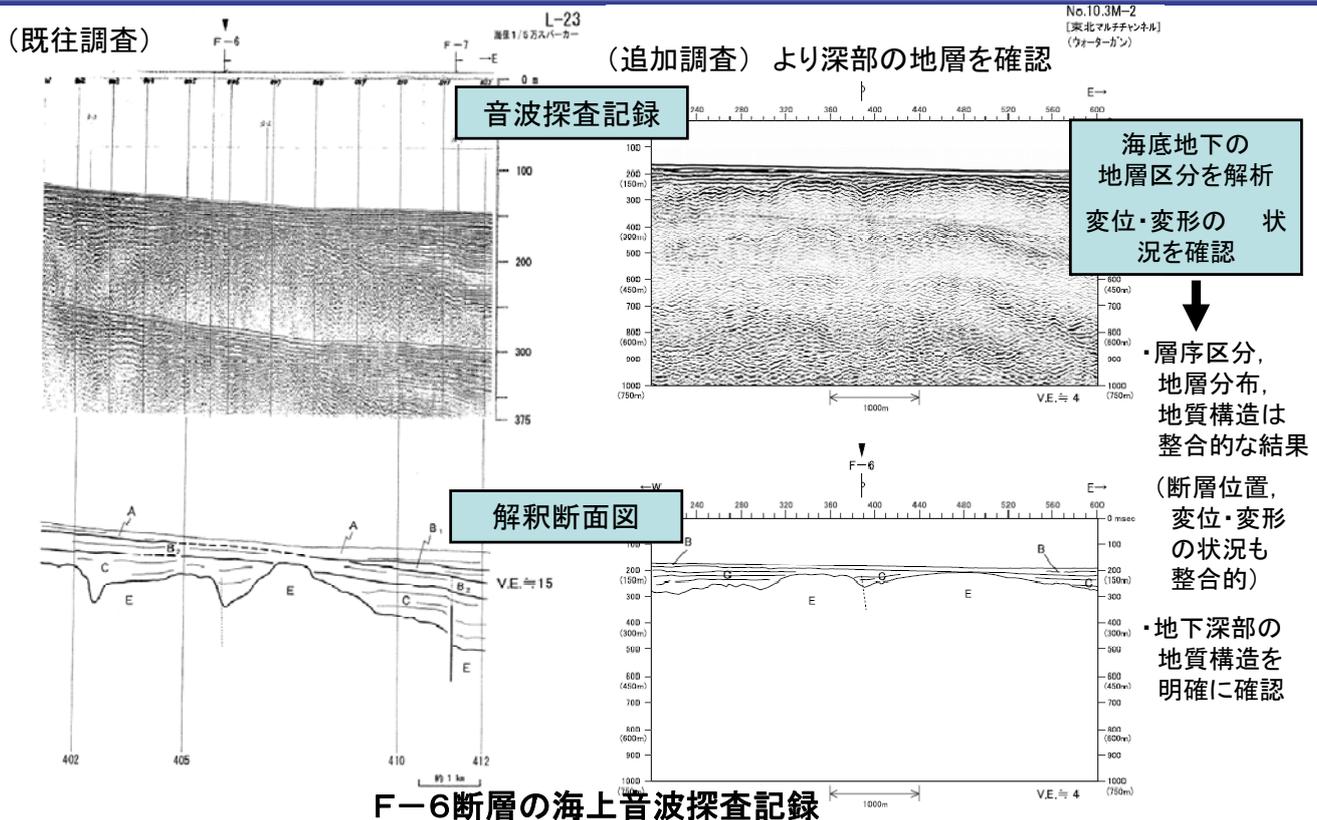
仙台湾沿岸で須江断層の南端を確認した例

須江断層延長想定位置



地表地質調査, ボーリングデータなどから総合的に判断

- 須江断層: 認められない
- 平野西部に西上がりの逆断層・撓曲:
 - ・中新統及び鮮新統下部まで変位・変形
 - ・鮮新統上部より上位の地層に変位・変形なし



① 陸域

・旭山撓曲・須江断層の活動性及び連続性

2003年宮城県中部の地震の発生, その後の調査データ等を踏まえ, 旭山撓曲・須江断層を一連の断層帯として評価

② 海域

・F-6断層～F-9断層の活動性及び連続性

一連の断層群として長さ約22kmと評価

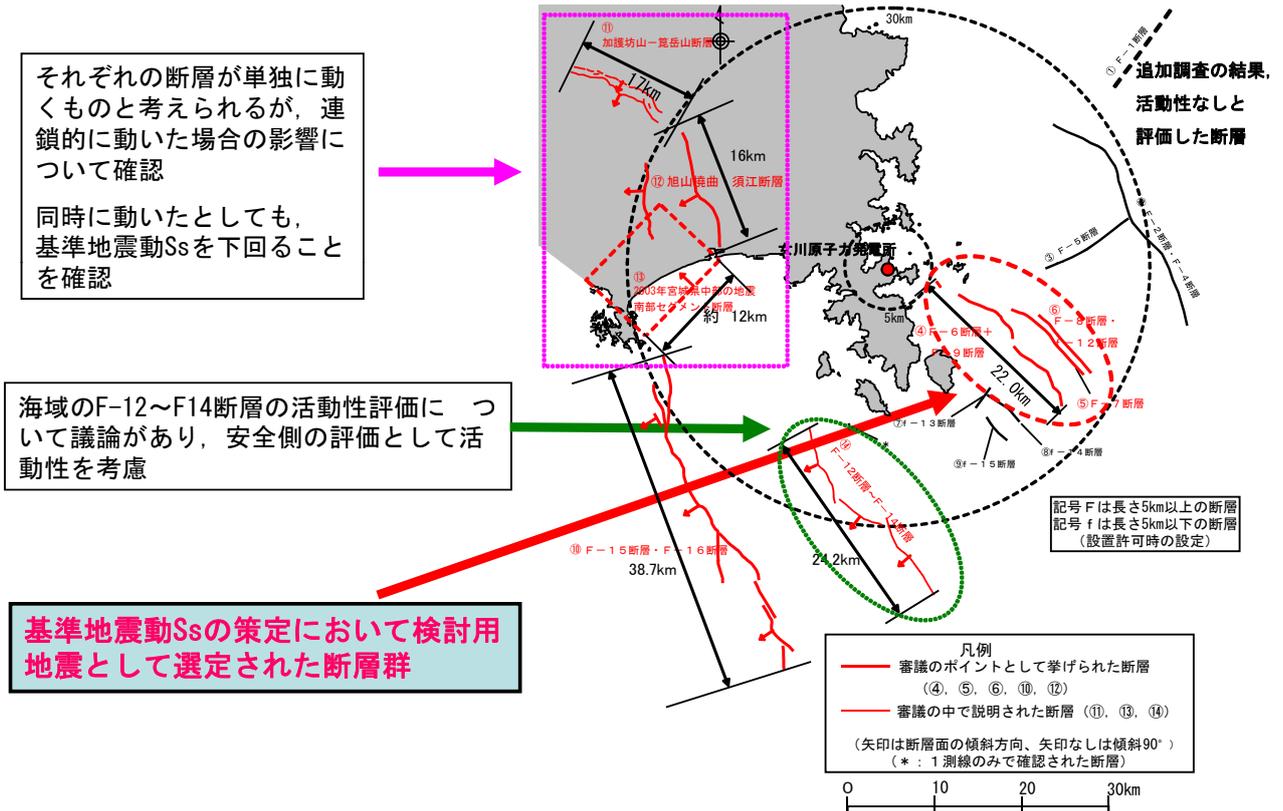
今回個別のセグメントを安全側に一連の断層群と評価し, この断層による地震を検討用地震として選定

・F-15断層・16断層の活動性及び連続性

一連の断層として長さ約38.7kmと評価

検討課題①～③について～ 2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～

(1) 地質調査, 活断層調査 国の審議における指摘



22

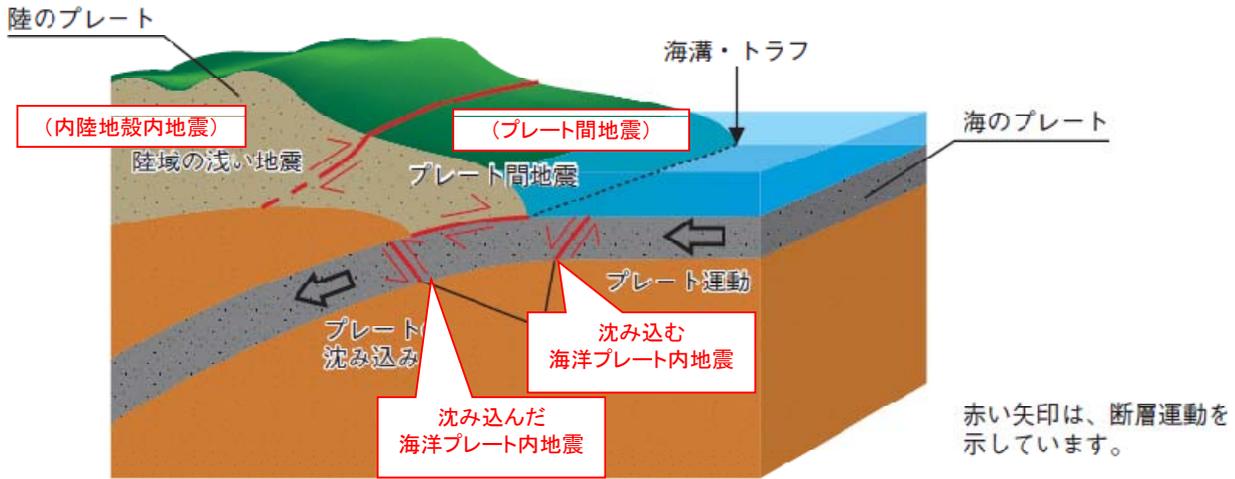
検討課題①～③について

2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価 (2) 基準地震動 S_s の策定

23

検討課題①～③について～～2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 女川原子力発電所において考慮する主な地震の種類

(1) 敷地周辺の地震発生様式



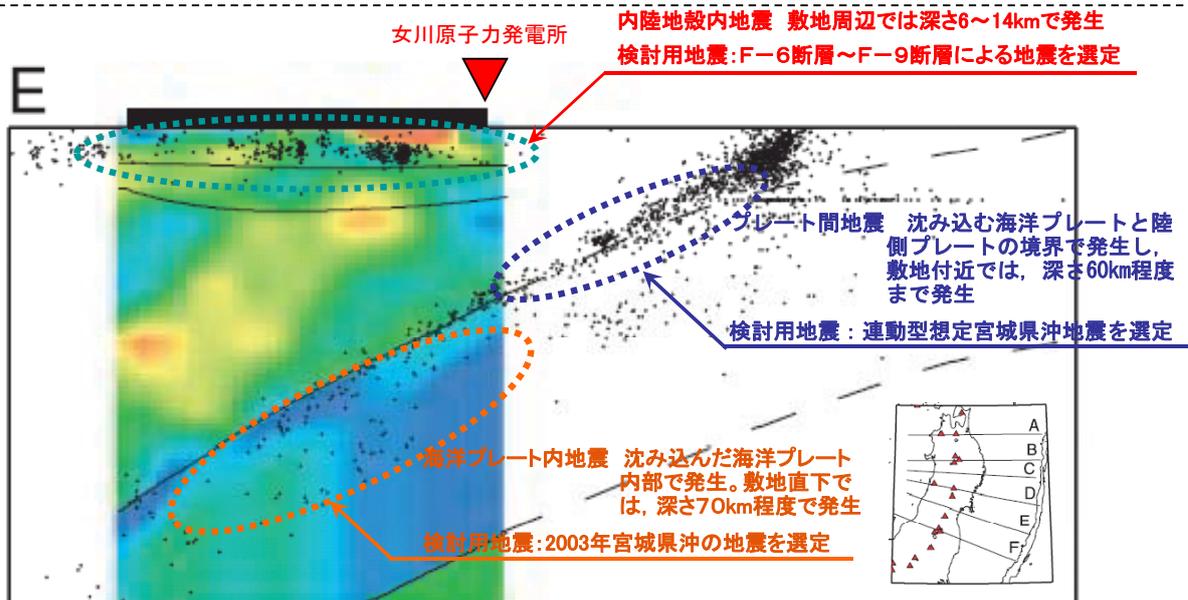
地震発生様式の模式図(文部科学省パンフレットより抜粋, 一部加筆)

敷地周辺に発生する地震は、プレート間地震、海洋プレート内地震及び内陸地殻内地震に分類される

検討課題①～③について～～2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 女川原子力発電所において考慮する主な地震の種類

(2) 敷地周辺の震源鉛直分布

■各地震発生様式ごとの検討用地震については、後ほど説明



敷地周辺における震源鉛直[中島・長谷川(2008)に一部加筆]

耐震設計審査指針に基づき、2種類の基準地震動を策定

敷地周辺の詳細な地質調査、地震の発生状況の調査を実施



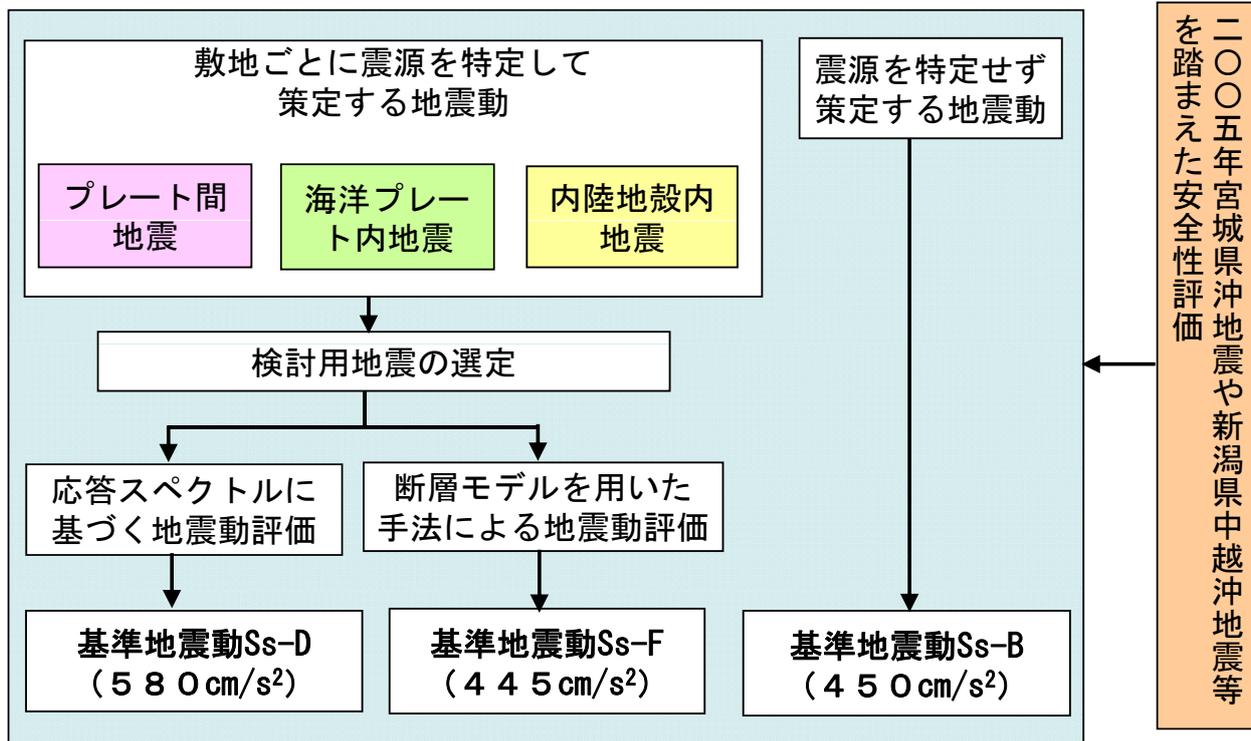
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

敷地周辺の活断層の性質、過去及び現在の地震の発生状況等を考慮し、敷地に大きな影響を与えると予想される地震(検討用地震)を選定

- 敷地周辺の状況を十分考慮した詳細な調査を実施したとしても、なお敷地近傍で発生する可能性のある内陸地殻内地震を全てを事前に評価するとは言い切れないとの観点から想定
- 詳細な調査の結果に関わらず考慮

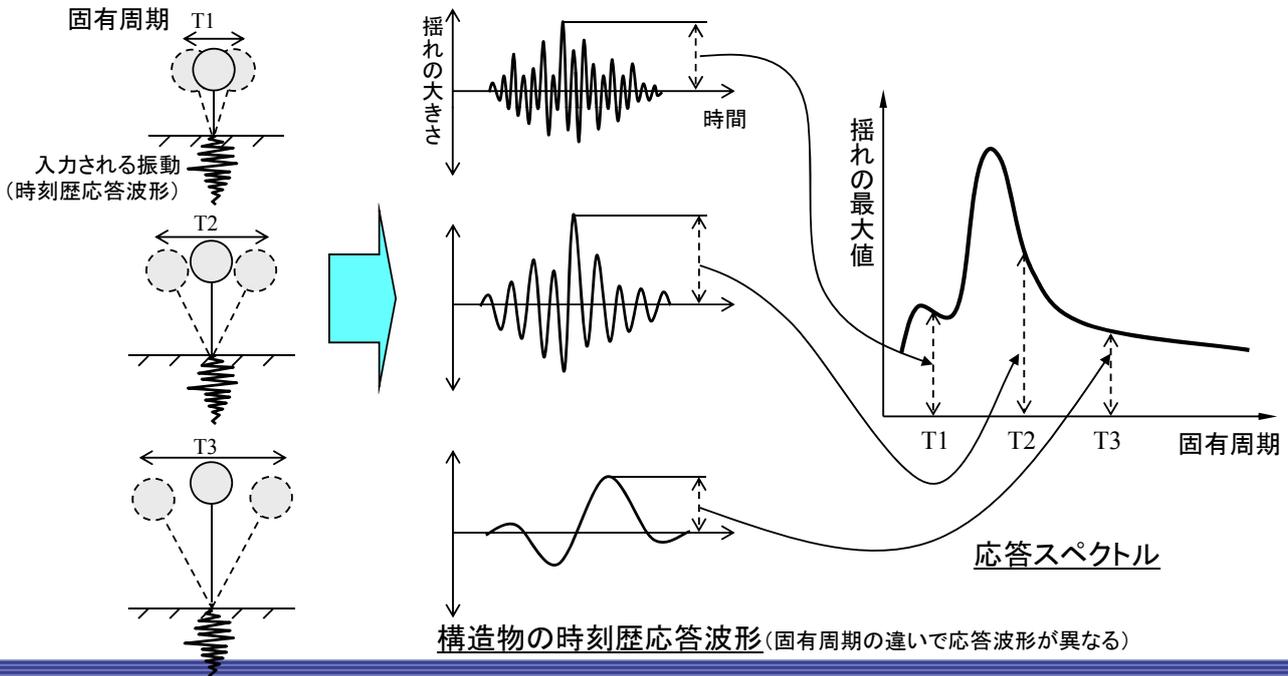


震源を特定せず策定する地震動



【参考】 応答スペクトル(1)

地震動によって建屋、機器などの構造物は、据え付けられている場所の揺れにより振動する。固有周期が異なる構造物を同じ揺れ(地震動)により振動させた場合、その構造物が最大でどの程度揺れるか固有周期ごとの最大値をプロットしたグラフが応答スペクトルである。横軸に構造物の固有周期、縦軸に揺れの最大値(速度や加速度など)を表している。

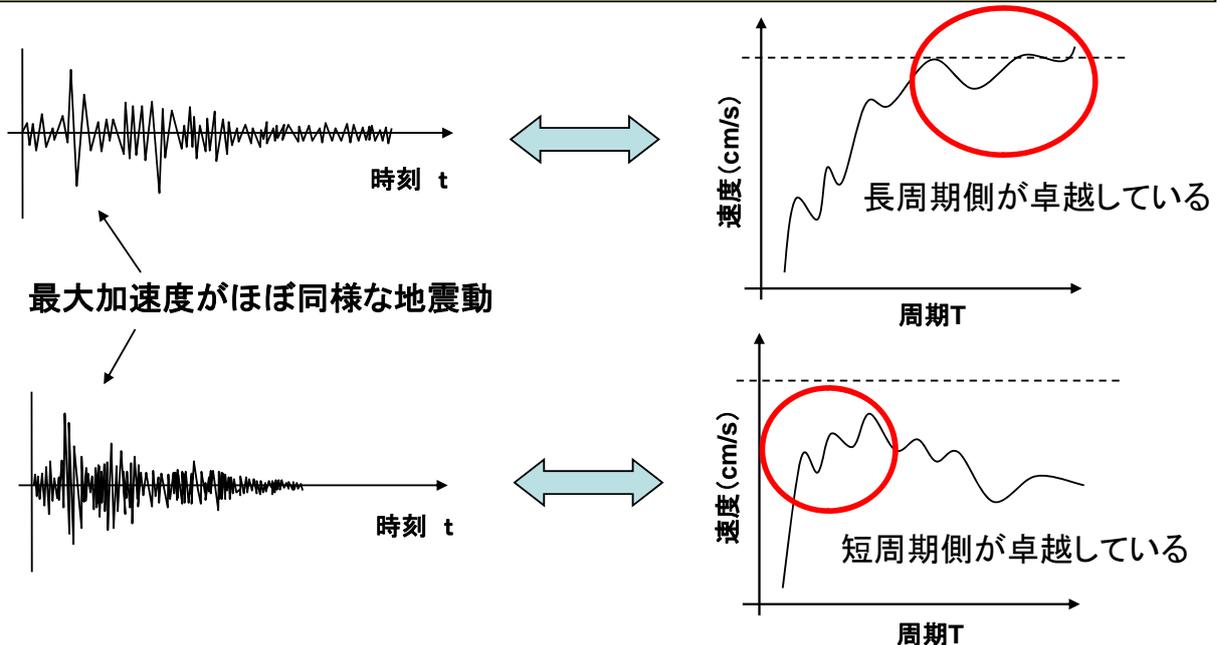


28

【参考】 応答スペクトル(2)

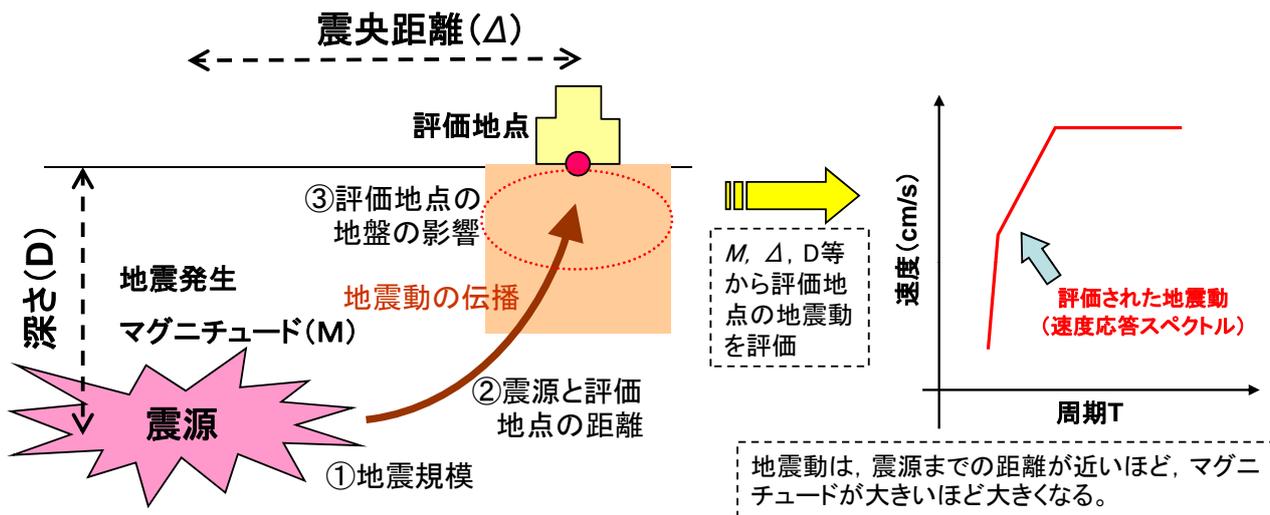
地震動の応答スペクトルを算定することによって、規則性のない波形に見える地震動がどのような固有周期の構造物に影響を与えるかを明確にすることができる。

設計などでは、逆に設計用の応答スペクトルを設定し、それに整合する地震動を作成している。



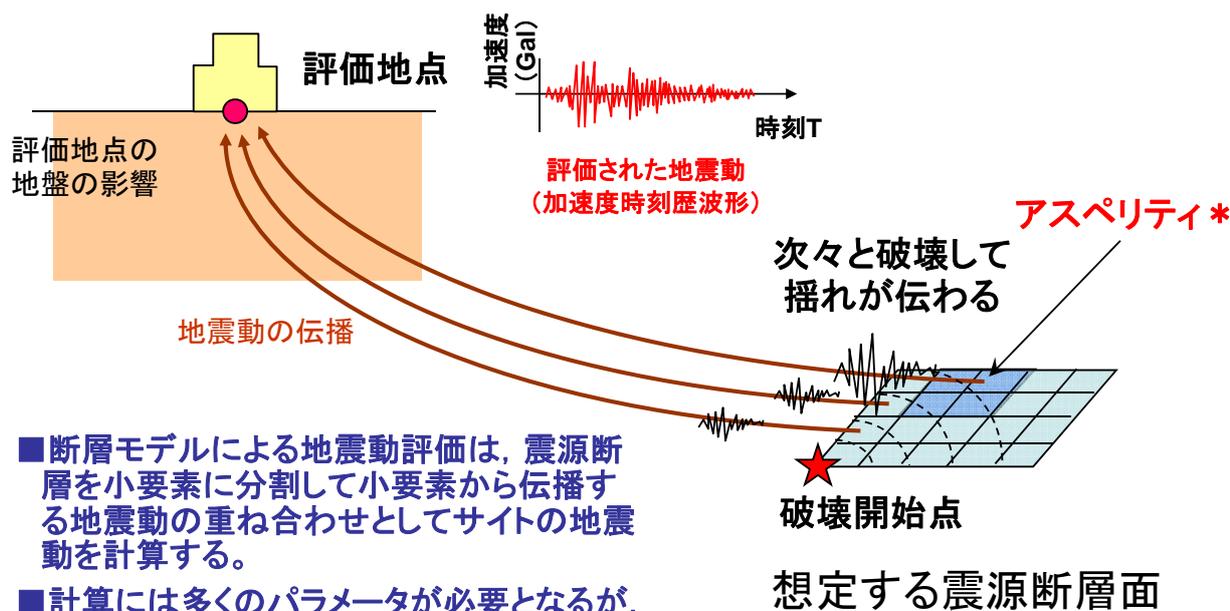
29

(2) 基準地震動 S_s の策定 応答スペクトルに基づく地震動評価手法



- 応答スペクトルに基づく地震動評価は、距離減衰式と呼ばれる経験式によって評価する。
この経験式では、①地震規模、②震源と評価地点の距離、③評価地点の地盤の影響等が考慮されている。
- 評価に必要なパラメータ(震源の情報)は、比較的少なく、以下など。
 - ・地震規模(マグニチュード)
 - ・震源までの距離(震央距離や深さなど)
- 地震動の評価結果は「応答スペクトル」として与えられる。

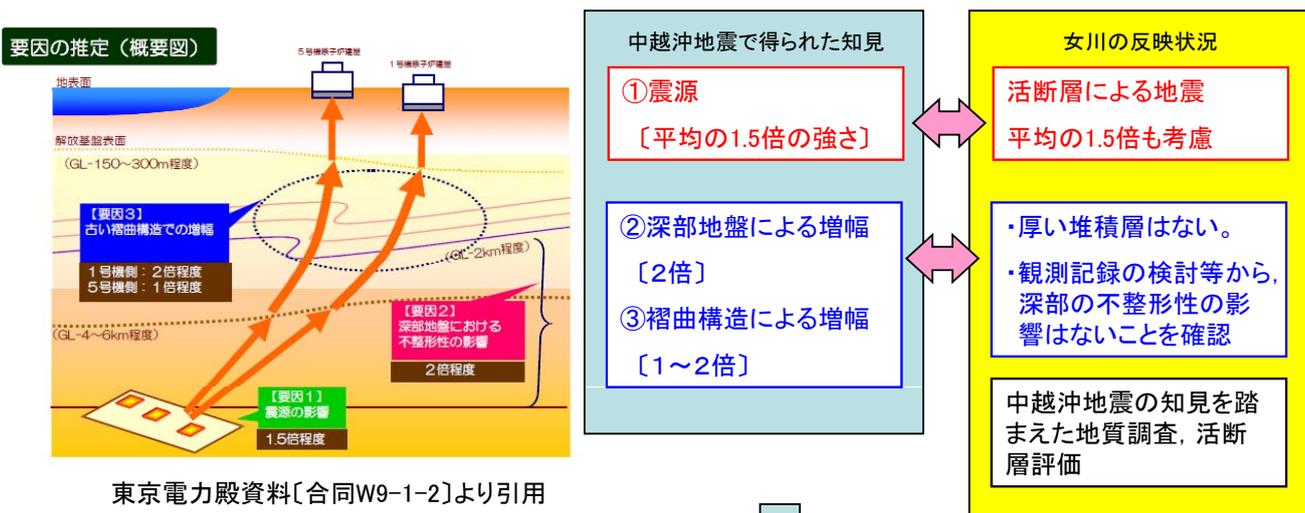
(2) 基準地震動 S_s の策定 断層モデルによる地震動評価手法



- 断層モデルによる地震動評価は、震源断層を小要素に分割して小要素から伝播する地震動の重ね合わせとしてサイトの地震動を計算する。
 - 計算には多くのパラメータが必要となるが、地震動の評価結果は、時刻歴の加速度波形として算定することができる。
- 必要なパラメータは、断層の位置、幅、長さ、角度やアスペリティの位置、応力降下量など多くのパラメータがある。

アスペリティ
通常は強く固着していて、あるとき急激にずれて周囲よりも強い地震波を出すところを「アスペリティ」と呼んでいる。

- ① 2003年5月26日宮城県沖の地震及び2005年8月16日宮城県沖の地震による知見を踏まえた地震動評価
- ② プレート間地震(連動型想定宮城県沖地震)の想定と地震動評価(震源のモデル化を含む解析手法、パラメータの設定や不確かさの考慮について)
- ③ 海洋プレート内地震(想定敷地下方の地震)の想定と地震動評価(震源のモデル化を含む解析手法、パラメータの設定や不確かさの考慮について)
- ④ 内陸地殻内地震(F-6～F-9断層)の想定と地震動評価(震源のモデル化を含む解析手法、パラメータの設定や不確かさの考慮について)
- ⑤ 震源を特定せず策定する地震動の評価
- ⑥ 基準地震動Ssの策定結果
- ⑦ 想定宮城県沖地震を考慮した地震ハザード評価(確率論によって地震動を評価するもので参考扱い)



東京電力殿資料[合同W9-1-2]より引用

耐震バックチェックに対する原子力安全・保安院からの指示事項(平成19年12月27日, 平成20年9月4日)

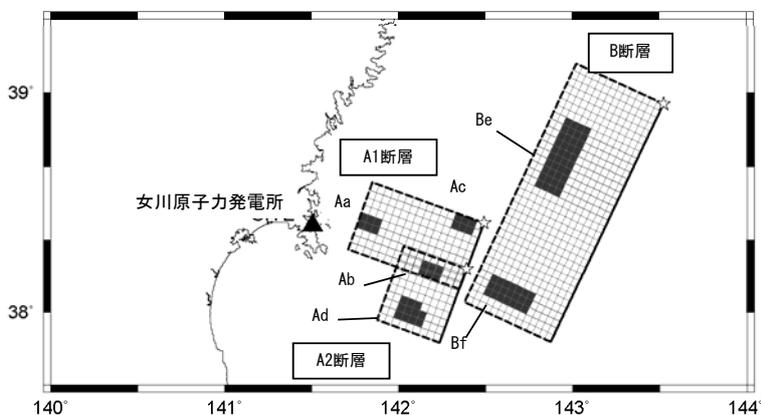
- 褶曲の連続性を考慮した活断層の評価
- 短い断層についても、少なくともM6.8相当を想定
- 震源モデルの不確かさを考慮(震源の地震動の強さを平均の1.5倍など)
- 地盤の不整形性を反映した地下構造モデルの構築

敷地周辺で発生する主な地震を以下の通り分類し、敷地に大きな影響を与える地震を考慮

様式	プレート間地震	海洋プレート内地震	内陸地殻内地震
特徴	過去の被害状況から、敷地に影響を及ぼすプレート間地震は、宮城県沖地震のうち陸側の震源域が活動する地震	日本海溝付近で発生する「沈み込む海洋プレート内地震」による影響は小さい。「沈み込んだ海洋プレート内地震」による被害が知られている。	太平洋側海域、仙台湾側海域等に活断層が分布
考慮する地震	宮城県沖地震のうち、陸側と海側の震源域が連動する 連動型想定宮城県沖地震(Mw8.2) を考慮	東北地方で発生した「沈み込んだ海洋プレート内地震」の最大規模である 2003年宮城県沖の地震(M7.1) を敷地下方に考慮	地震規模と敷地との距離の関係から、 F-6断層～F-9断層による地震(M7.1) を考慮

プレート間地震

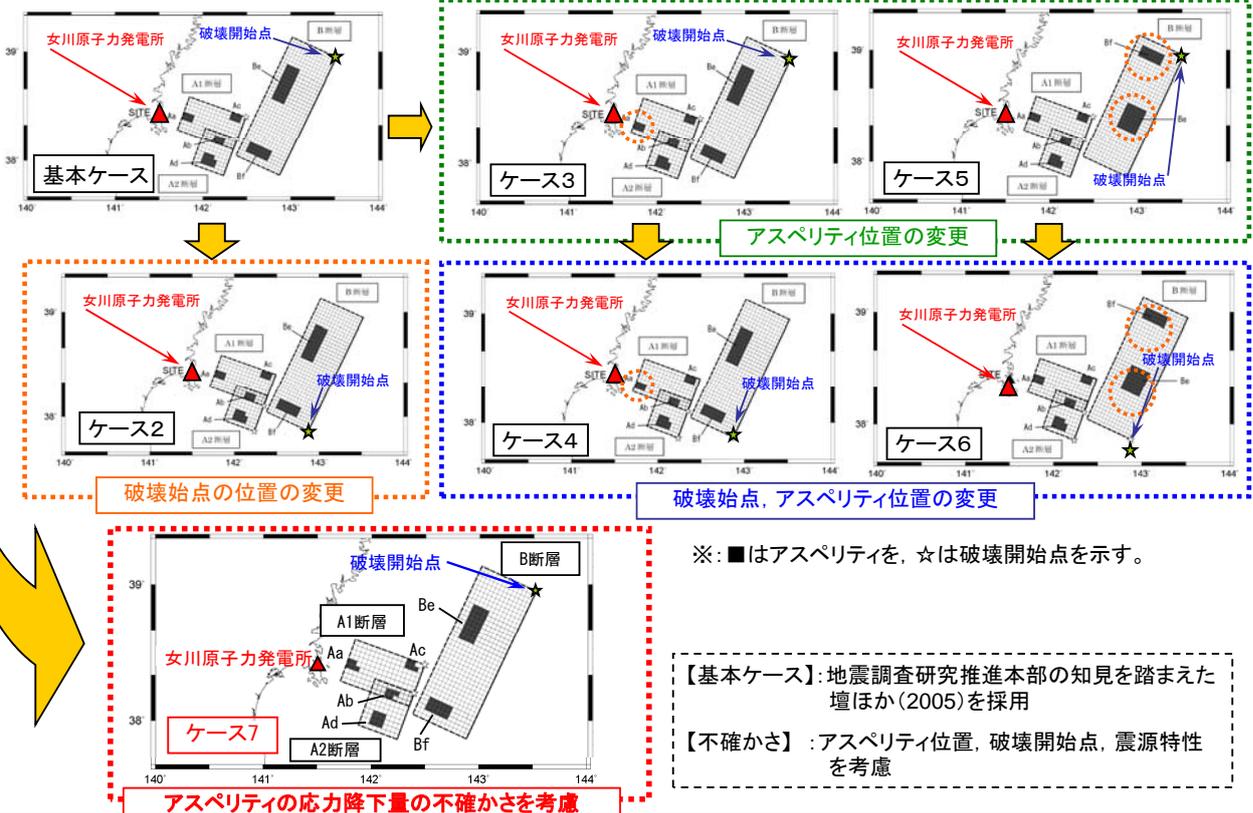
地震調査研究推進本部の知見等から、敷地に最も影響を及ぼすプレート間地震として「**連動型想定宮城県沖地震(Mw8.2)**」を選定



連動型想定宮城県沖地震の断層モデル(基本ケース)

※: ■はアスペリティを, ☆は破壊開始点を示す。

検討課題①～③について～～2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 (2) 基準地震動 S_s の策定 「検討用地震」(1) プレート間地震



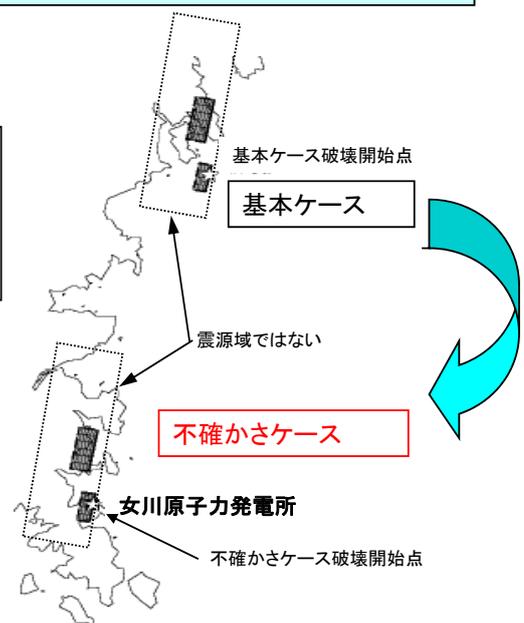
検討課題①～③について～～2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 (2) 基準地震動 S_s の策定 「検討用地震」(2)

海洋プレート内地震

2003年宮城県沖の地震は、特異な場所で発生した地震と考えられる※¹が、地震発生位置の不確かさを考慮して、「想定敷地下方の海洋プレート内地震」(M7.1)※²を敷地下方に想定

※¹: 迫田ほか(2004)による。

※²: 浅野ほか(2004)の震源モデルを用いた。

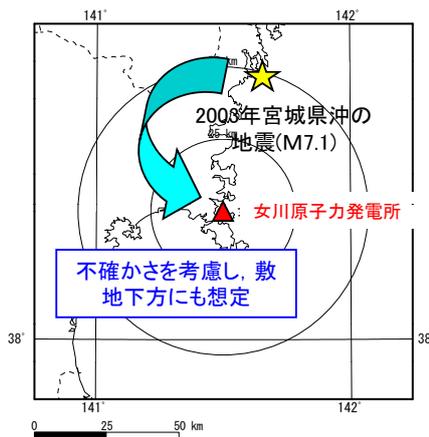


※強震動生成領域を図示

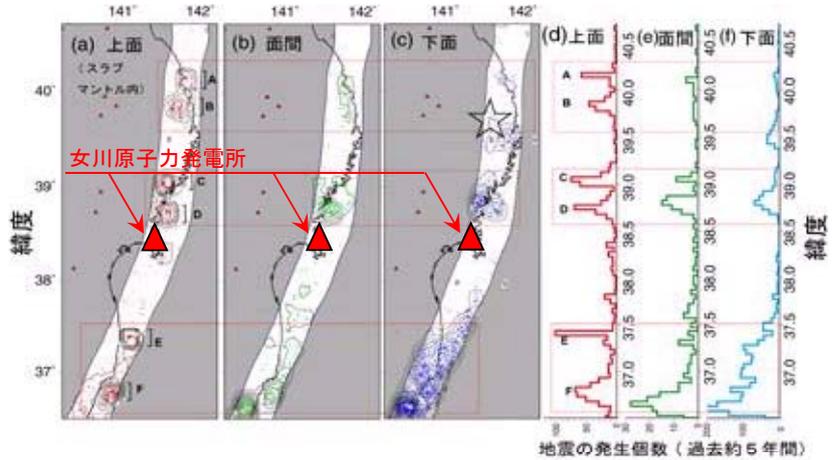
想定敷地下方の海洋プレート内地震の断層モデル

(2) 基準地震動 S_s の策定 「検討用地震」(2)

海洋プレート内地震



2003年宮城県沖の地震の震央分布



地震の発生個数 (過去約5年間)

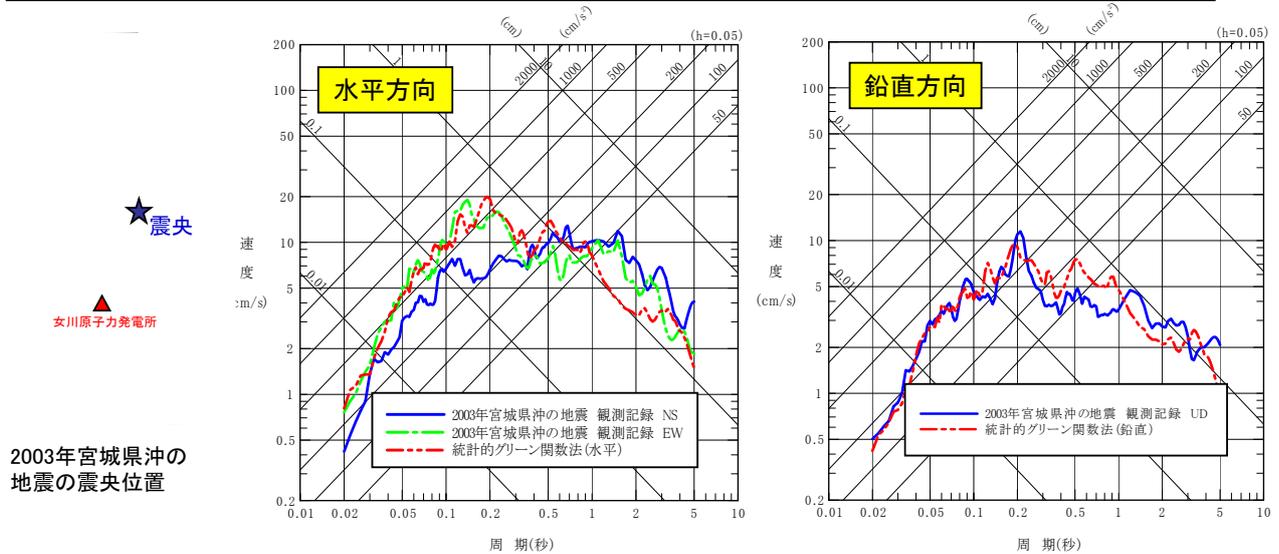
[東北大学のHP資料に一部加筆]

- 2003年宮城県沖の地震は、これまで知られている東北地方で発生した最大の海洋プレート内地震
- 迫田ほか(2004)等による知見から、2003年宮城県沖の地震は、地震発生前から二重深発地震上面を超えて地震活動がみられた特異な領域。このような領域は、女川周辺では、2003年地震の震源域付近以外にはない。
- 2003年地震を検討用地震として選定し、不確かさを考慮して敷地下方にも同地震を想定

(2) 基準地震動 S_s の策定 「検討用地震」(2)

海洋プレート内地震

2003年宮城県沖の地震(基本ケース)の観測記録と統計的グリーン関数法による評価の比較

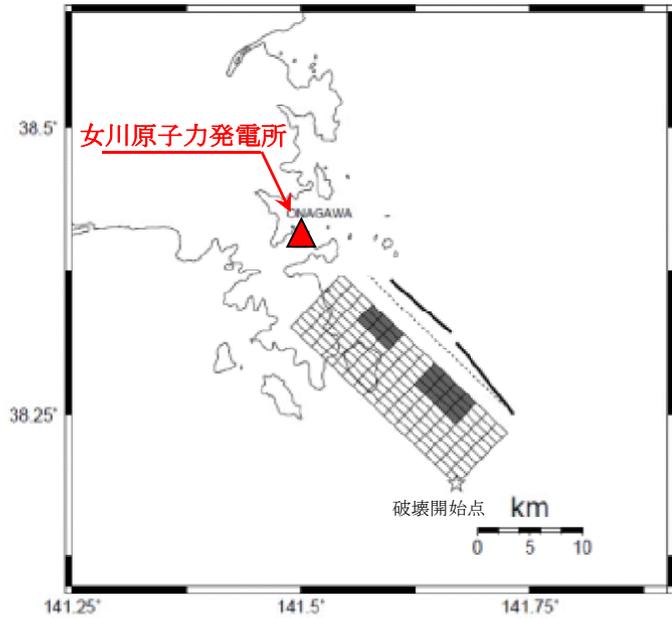


2003年宮城県沖の地震(M7.1)
岩盤上部(O.P.-8.6m)における地震観測記録(はぎとり波)

断層モデルによる解析(統計的グリーン関数法)は、2003年宮城県沖の地震の強震記録と適合

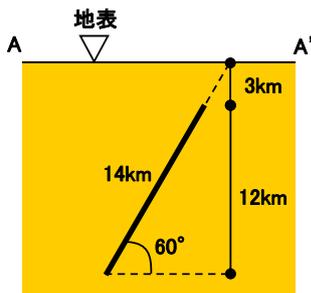
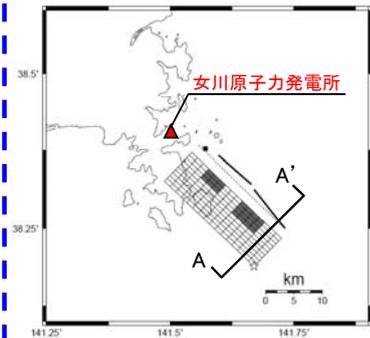
内陸地殻内地震

敷地周辺の地質調査結果から、敷地に最も影響を及ぼす地震として「F-6断層～F-9断層による地震」(M7.1)を選定

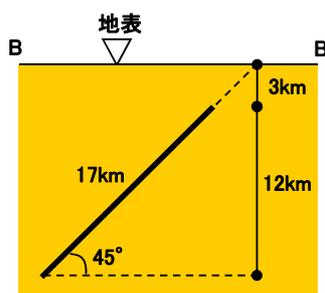
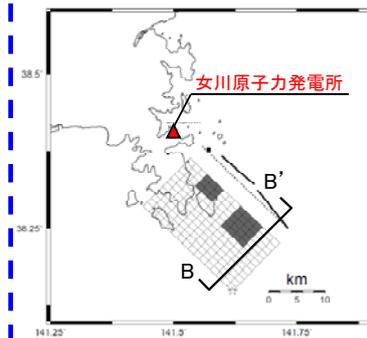


不確かさを考慮した「F-6断層～F-9断層による地震」の断層モデル

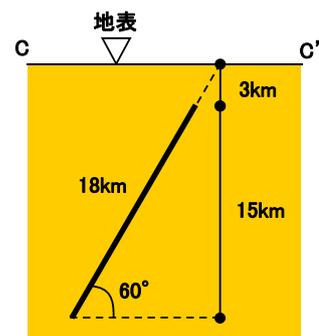
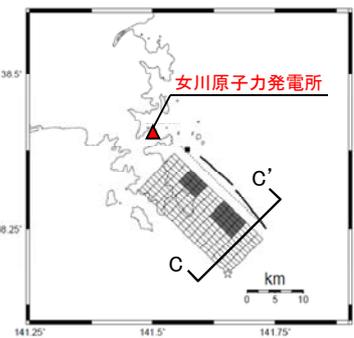
基本ケース



ケース2



ケース3



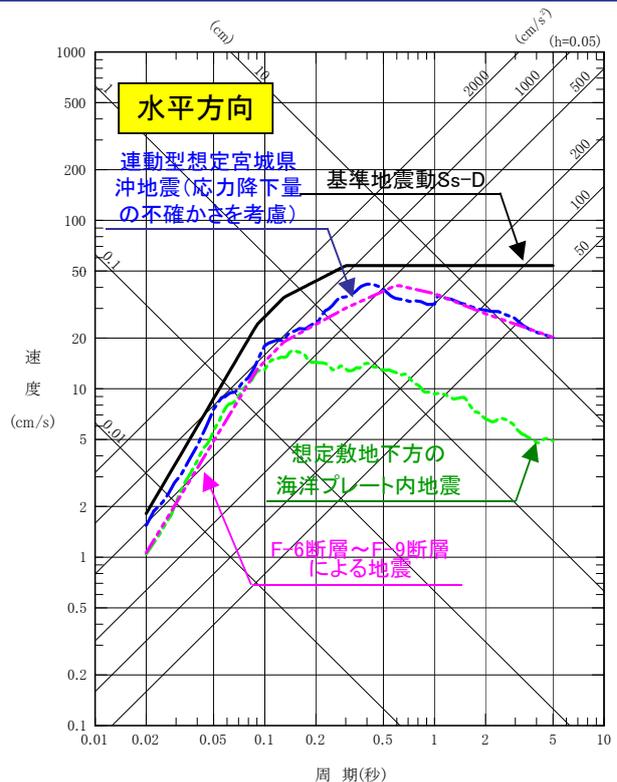
地震規模と距離との関係から、F-6断層～F-9断層による地震(M7.1)を選定

検討課題①～③について～～ 2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 (2) 基準地震動S_sの策定 2) 応答スペクトルによる地震動評価

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」

- ・検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価を包絡する**基準地震動S_s-D**を設定

- ※1: 連動型想定宮城県沖地震は、敷地における観測記録を用いて策定した宮城県沖のプレート間地震に適用する距離減衰式により評価
- ※2: 想定敷地下方の海洋プレート内地震は、Noda et al.(2002)の方法に沈み込んだ海洋プレート内地震の観測記録を用いた補正係数を考慮して評価
- ※3: F-6断層～F-9断層による地震は、Noda et al.(2002)の方法により評価



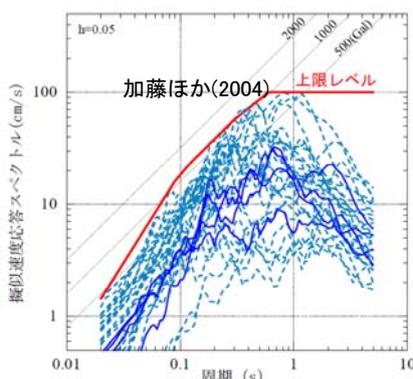
応答スペクトルに基づく検討用地震の評価と基準地震動S_s-Dの応答スペクトル(水平方向)

検討課題①～③について～～ 2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 (2) 基準地震動S_sの策定 震源を特定せず策定する地震動

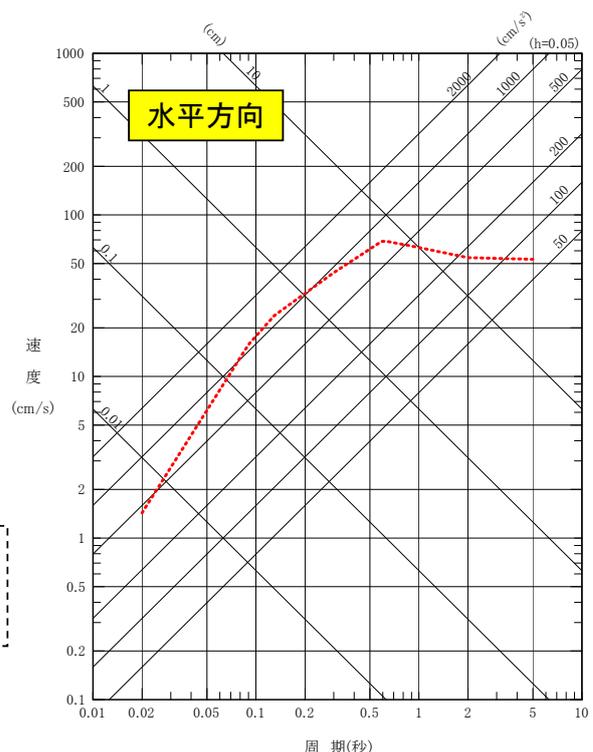
「震源を特定せず策定する地震動」

- ・加藤ほか(2004)に基づき、**基準地震動S_s-B**を設定

- ※1: 加藤ほか(2004)は、国内で得られた活断層との関係が明確ではない地震の観測記録から、「震源を予め特定できない地震」の上限レベルを設定し、1984年長野県西部地震(Mj6.8)の硬質岩盤の観測記録等を用いて、設定した上限レベルの妥当性を検証している。



加藤ほか(2004)の応答スペクトルに対し、敷地の地盤特性を考慮して補正

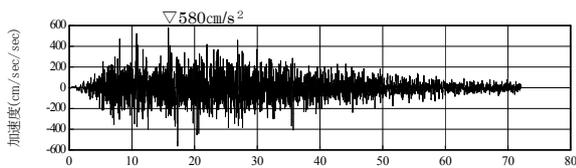
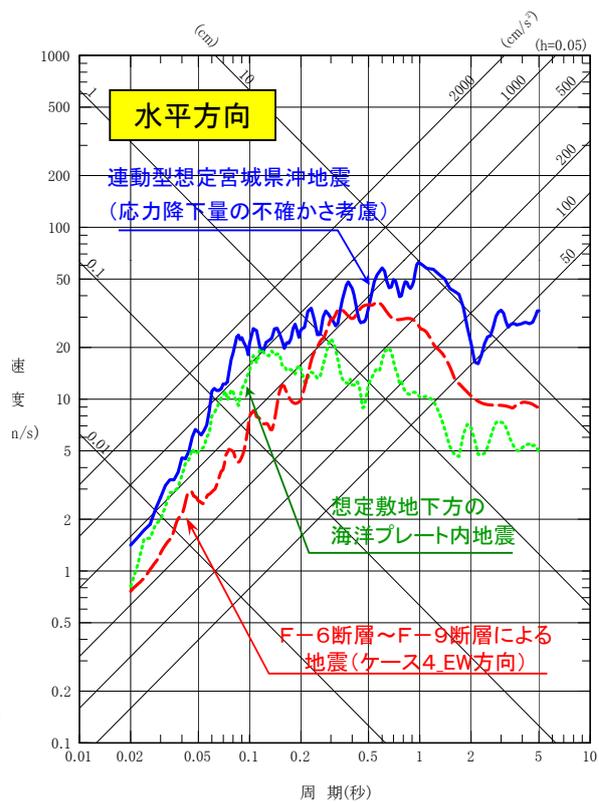


基準地震動S_s-Bの応答スペクトル(水平方向)

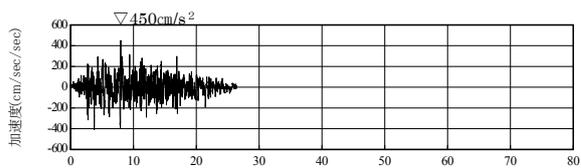
検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、最も影響の大きい「連動型想定宮城県沖地震」(応力降下量の不確かさを考慮)を**基準地震動S_s-F**として採用

- ※1: 連動型想定宮城県沖地震については、プレート間地震である2005年8月16日宮城県沖の地震(M7.2)の敷地における観測記録と統計的グリーン関数法による評価の適合性を確認
- ※2: 想定敷地下方の海洋プレート内地震については、基本ケースである2003年宮城県沖の地震(M7.1)の敷地における観測記録と統計的グリーン関数法による評価の適合性を確認
- ※3: 不確かさを考慮した検討のうち、影響の大きいものを記載

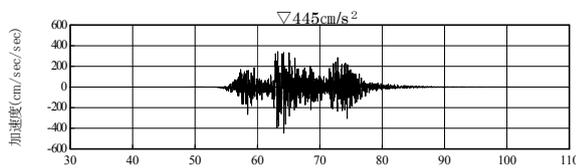
断層モデルを用いた手法による検討用地震の評価と基準地震動S_sの応答スペクトル(水平方向)



基準地震動S_s-Dの加速度波形(水平方向)



基準地震動S_s-Bの加速度波形(水平方向)



基準地震動S_s-Fの加速度波形(水平方向)

【時刻歴波形の作成方法】

- S_s-D及びS_s-Bの模擬地震波は、応答スペクトルに適合するよう乱数位相を持つ正弦波の重ね合わせによって作成。S_s-Dの鉛直方向の応答スペクトルは、水平方向の2/3とした。S_s-Bの鉛直方向の応答スペクトルは、Noda et al.(2002)を用いて算定した。
- 基準地震動S_s-Fの鉛直方向地震動は、地震基盤上の水平動にNoda et al.(2002)の鉛直/水平比率を乗じ、一次元波動理論を用いて解放基盤表面の地震動を算定。

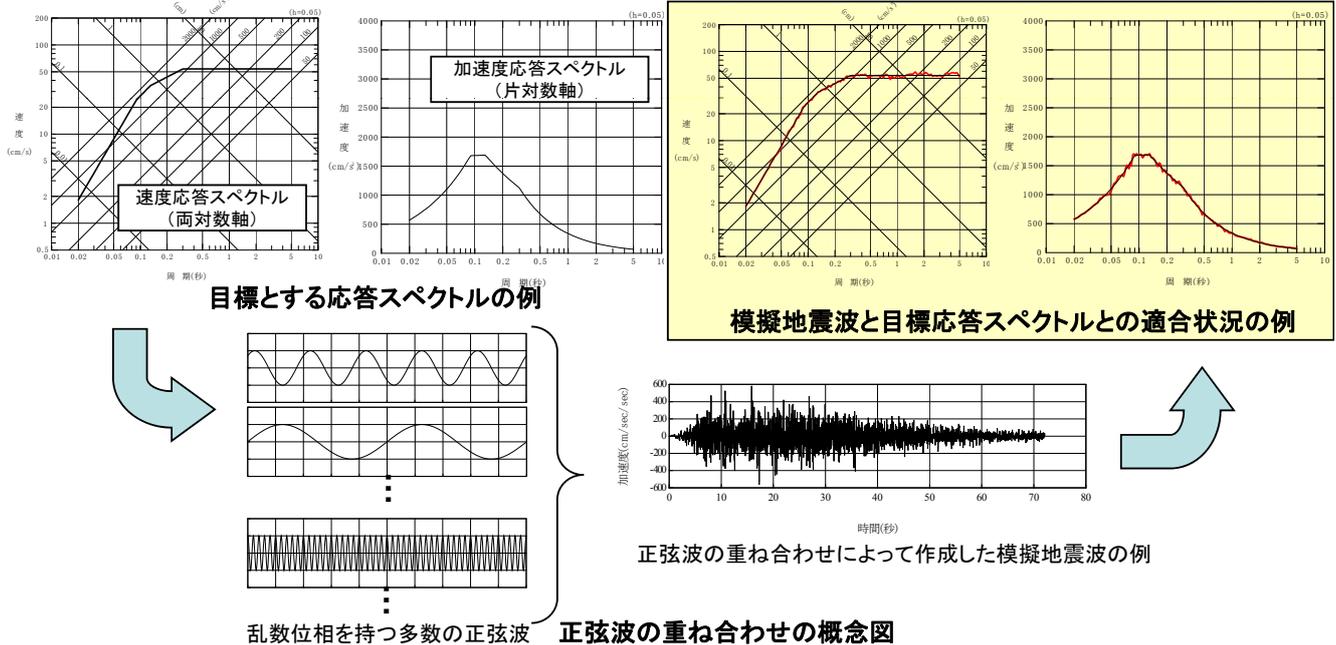
基準地震動の時刻歴波形の最大加速度

単位: cm/s²

基準地震動S _s		水平方向	鉛直方向	
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	応答スペクトルに基づく手法	S _s -D	580	387
	断層モデルを用いた手法	S _s -F	445	209
震源を特定せず策定する地震動		S _s -B	450	273

模擬地震波の作成方法の概要

■ 模擬地震波は、乱數位相を持つ正弦波の重ね合わせによって、目標とする応答スペクトルに適合する地震波を作成する。



検討課題①～③について

2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価
(3) 施設等の耐震安全性評価

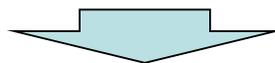
1) 建物・構築物の評価

- ・原子炉建屋の地震応答解析モデル
- ・原子炉建屋の入力地震動の評価
- ・水平、鉛直方向地震力の組合せ方法
- ・原子炉建屋の耐震安全性評価結果

2) 機器・配管系の評価

- ・機器に加わる地震力の評価
- ・評価手法の詳細
- ・評価基準値
- ・機器・配管系の耐震安全性評価結果

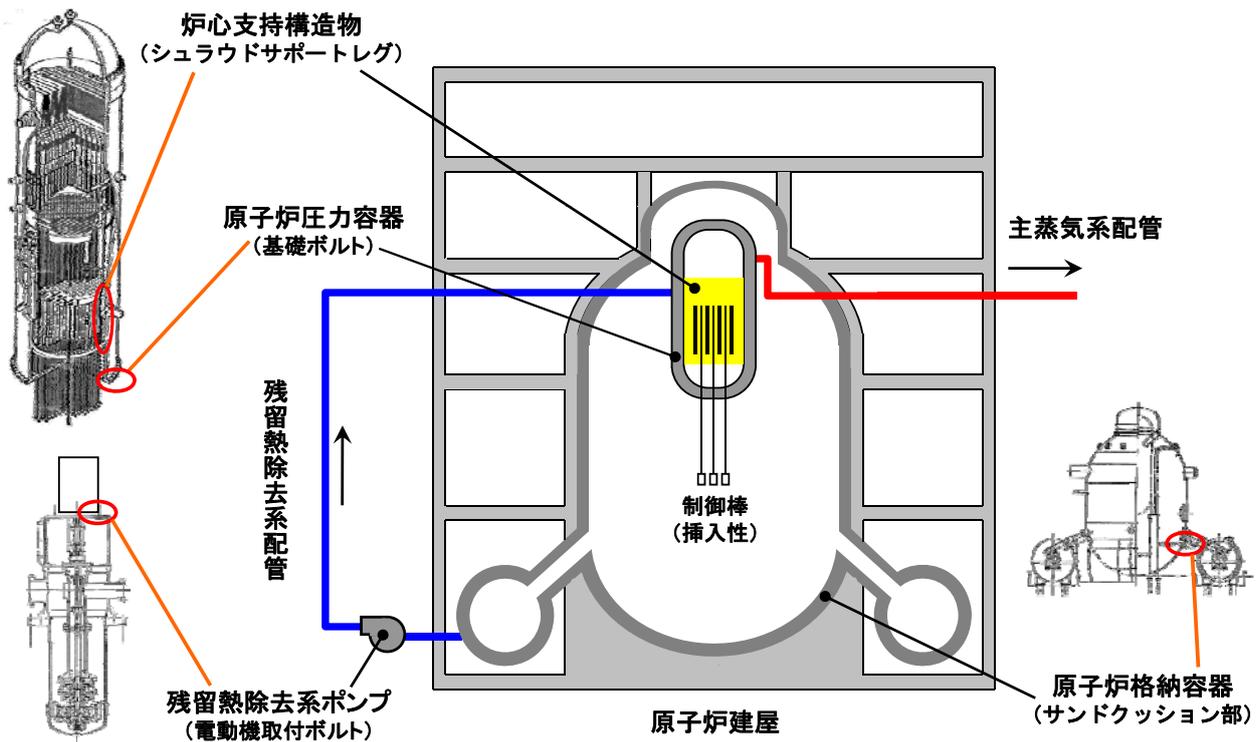
- ・女川3号機の主要施設の評価結果については、平成21年3月に原子力安全・保安院に報告済み
- ・平成20年3月に報告した女川1号機の主要施設と同じ対象設備、評価手法により、耐震安全性を確認
(地質調査、基準地震動 S_s は女川発電所共通)
- ・発生値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認



以下、女川3号機の主要施設の評価結果を示す

(3) 施設等の耐震安全性 **女川3号機 中間報告での評価対象設備**

(安全上重要な建物・構築物, 機器・配管系)



(3) 施設等の耐震安全性 **安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価**

一原子炉建屋に関する評価一

○評価方針

基準地震動 S_s に対する耐震設計上重要な施設の
安全機能の保持の観点から実施



Sクラスの施設を内包する建物・構築物を評価

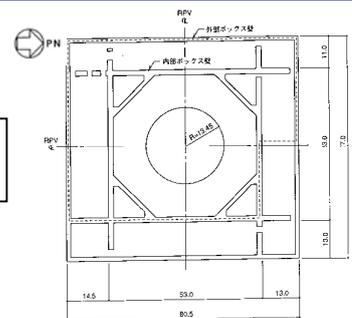
原子炉建屋



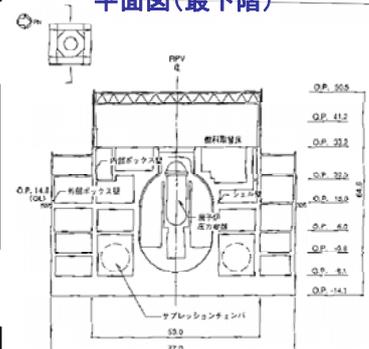
原子炉建屋は、主要な耐震要素を耐震壁とした剛な構造物である。
 建物全体としての変形能力について十分な余裕を有し、終局耐力に対して
 妥当な安全余裕を有していることを確認する観点から、主要な耐震
 要素である耐震壁の耐震安全性を確認する。



基準地震動 S_s による地震応答解析により求めた耐震壁の最大応答
 せん断ひずみが**評価基準値**(2.0×10^{-3})を超えないことを確認



女川3号機原子炉建屋
 平面図(最下階)



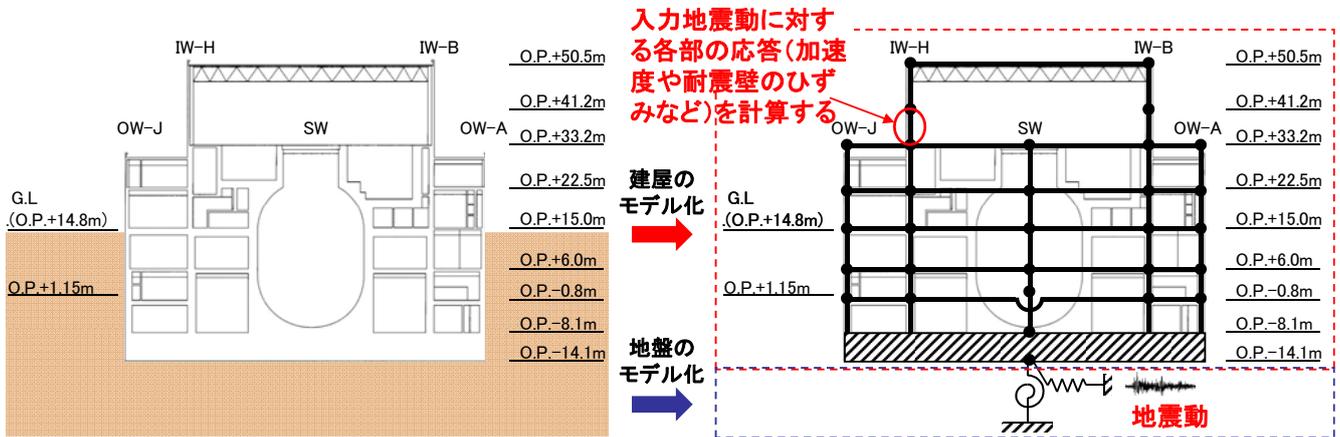
女川3号機原子炉建屋
 断面図(南北方向)

—原子炉建屋に関する評価—

○評価方法

耐震安全性評価は、**基準地震動Ssを用いた地震応答解析**によって行う

地震応答解析・・・ある地震動に対する構造物の応答(揺れ)を解析的に求めるため、対象とする構造物や地盤等をモデル化し、振動方程式により応答を計算する。



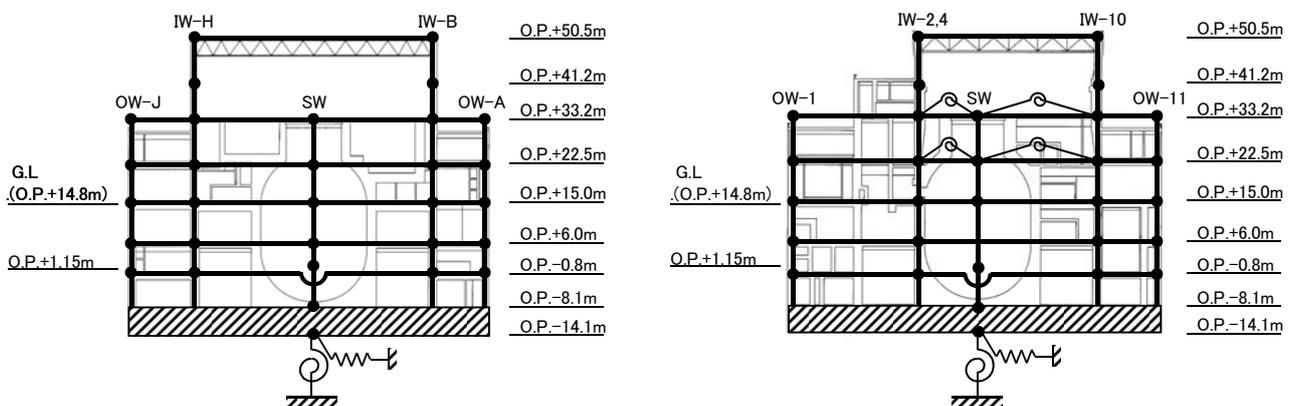
女川3号機原子炉建屋(南北方向)

モデル化された女川3号機原子炉建屋(南北方向)

—原子炉建屋に関する評価—

○地震応答解析モデル(水平方向)

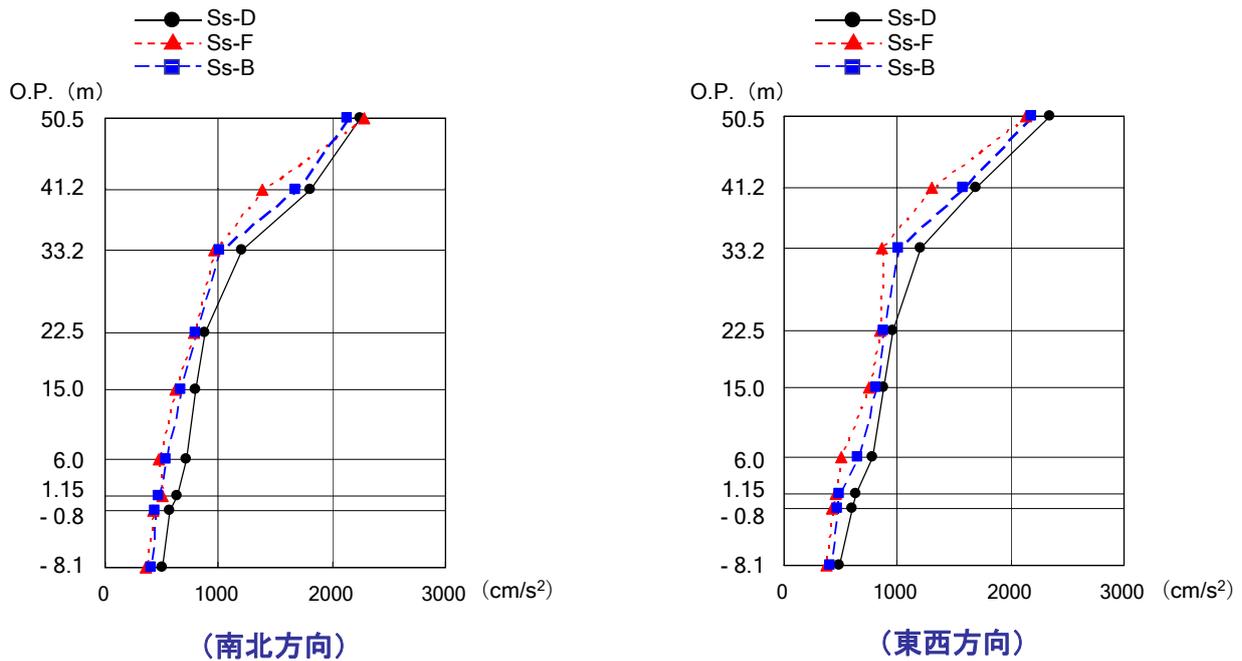
- 建屋を質点系とし地盤を等価なばねで評価した建屋-地盤連成モデル
- 底面ばね(水平・回転): JEAGによる近似法
- 基礎浮上り非線形考慮
- 減衰定数 RC: 5%



(南北方向)

(東西方向)

女川3号機原子炉建屋の地震応答解析結果

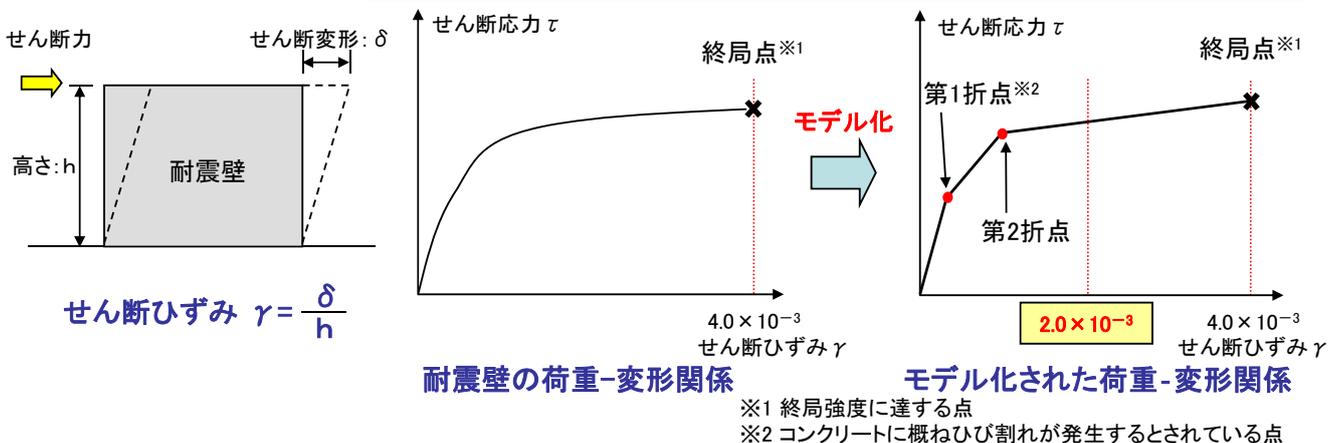


女川3号機 原子炉建屋 最大応答加速度分布

評価基準

耐震安全性評価においては、耐震壁のせん断ひずみ(γ)によって評価する。

原子炉建屋の弾塑性地震応答解析では、主要耐震要素である耐震壁について、実験によって得られた耐震壁の実際の荷重-変形関係をもとに、3折線で近似したモデルにより解析している。

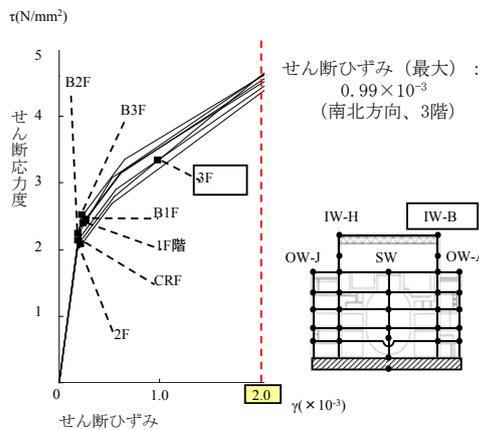


耐震安全性評価においては、終局状態のせん断ひずみの1/2の値 2.0×10^{-3} を評価基準値としている。

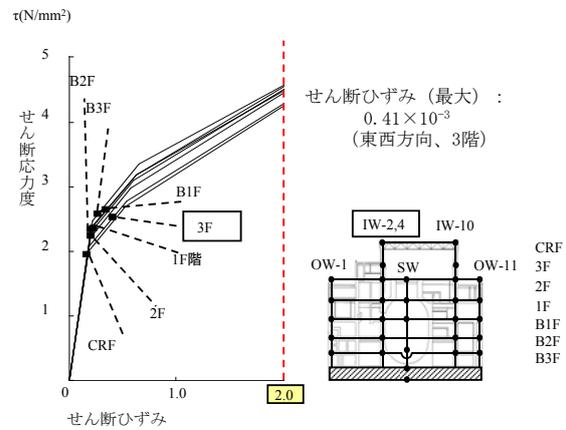
女川3号機原子炉建屋の評価結果

最大せん断ひずみ*	評価基準値
0.99×10^{-3}	2.0×10^{-3}

※南北方向, Ss-D, 3階



(南北方向)



(東西方向)

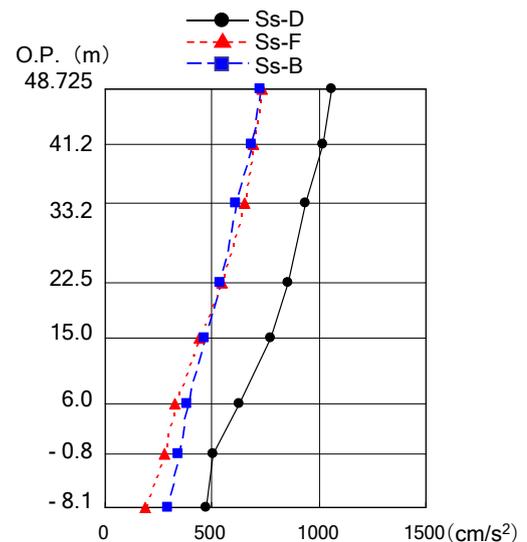
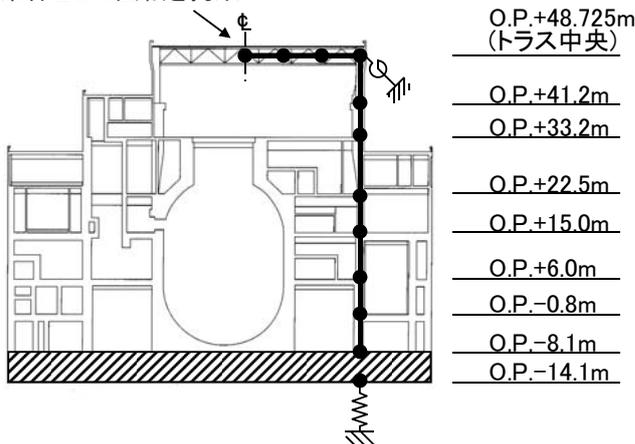
耐震壁の最大せん断ひずみは 0.99×10^{-3} であり, 評価基準値 2.0×10^{-3} に対して耐震安全性が確保されていること, 十分な余裕があることが確認できる。

一原子炉建屋に関する評価一

○地震応答解析モデル(鉛直方向)

- 耐震壁の軸剛性を評価した1軸多質点系モデル
- 屋根トラス: 曲げせん断梁モデル
- 底面ばね(鉛直): JEAGによる近似法
- 減衰定数 RC: 5%, 鉄骨: 2%

対称条件として回転を拘束



女川3号機 原子炉建屋
最大応答加速度分布(鉛直方向)

鉛直方向の応答は, 機器・配管系の評価に用いている。

(女川3号機 対象設備)

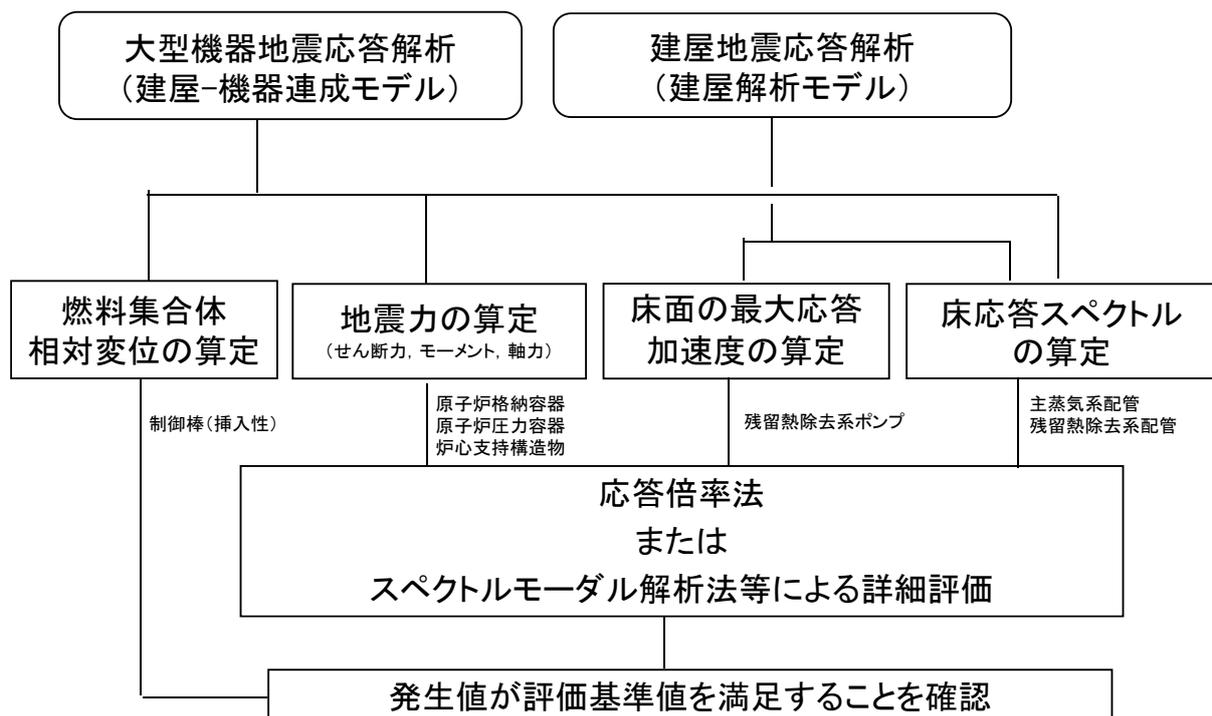
原子炉を「止める」, 「冷やす」, 放射性物質を「閉じ込める」に係る安全上重要な機能を有する耐震Sクラスの設備のうち, 女川3号機における次の主要な設備

「止める」 ⇒ 制御棒（挿入性）, 炉心支持構造物

「冷やす」 ⇒ 残留熱除去系ポンプ, 残留熱除去系配管

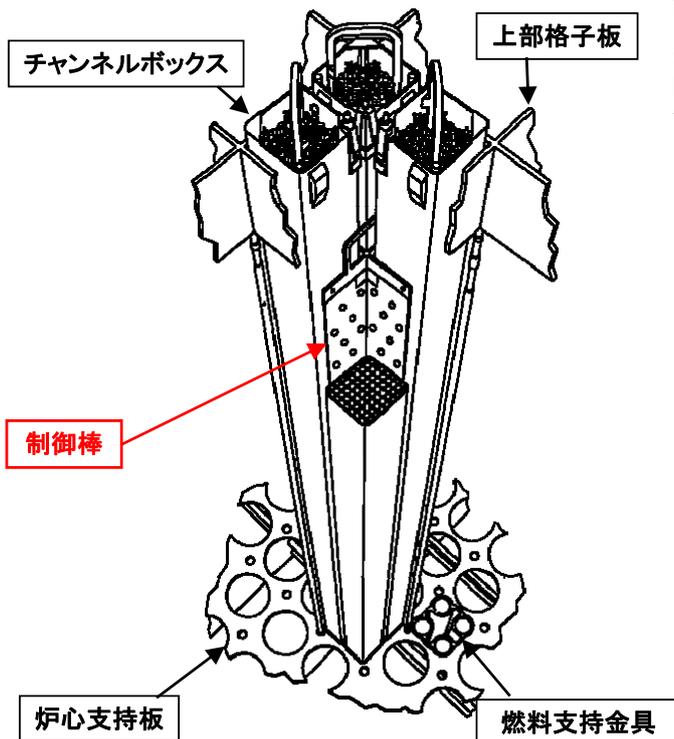
「閉じ込める」 ⇒ 原子炉圧力容器, 原子炉格納容器, 主蒸気系配管

機器・配管系の評価フロー



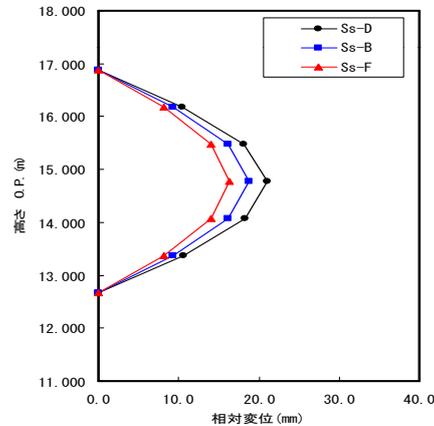
検討課題①～③について～～ 2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 (3) 施設等の耐震安全性 **安全上重要な機器・配管系の評価**

評価例：制御棒の挿入性



応答解析により地震時の燃料棒の相対変位を求め、機能確認済相対変位※以内であることを確認する。

※多度津の大型振動台での実証試験により規定時間内に制御棒が挿入できることが確認されている相対変位に余裕をみて設定されている基準値



燃料集合体の相対変位	機能確認済相対変位
21.1 [mm]	40.0 [mm]

検討課題①～③について～～ 2. 新耐震指針に照らした耐震安全性評価～～
 (3) 施設等の耐震安全性 **安全上重要な機器・配管系の評価**

(女川3号機の評価結果)

発生値は評価基準値を満足しており、耐震安全性が確保されていることを確認した

評価基準値は、設備の安全機能を維持するため、損傷が生じるような状態に対して裕度のある設定となっている。

応力評価においては、弾塑性範囲まで許容されている。

評価設備 (評価部位)	発生値	評価基準値	結果
原子炉圧力容器 (基礎ボルト)	102 [N/mm ²]	499 [N/mm ²]	○
原子炉格納容器 (サンドクッション部) ※	0.50 [-]	1 [-]	○
炉心支持構造物 (シュラウドサポートレグ)	81 [N/mm ²]	209 [N/mm ²]	○
残留熱除去系ポンプ (電動機取付ボルト)	40 [N/mm ²]	444 [N/mm ²]	○
残留熱除去系配管 (配管本体)	229 [N/mm ²]	363 [N/mm ²]	○
主蒸気系配管 (配管本体)	230 [N/mm ²]	375 [N/mm ²]	○
制御棒挿入性 (燃料集合体相対変位)	21.1 [mm]	40.0 [mm]	○

※座屈に対する評価式により比率で評価しているため、単位なし

検討課題①～③のまとめ