

# 柏崎刈羽原子力発電所の 耐震安全性・設備健全性について

平成21年3月  
原子力安全・保安院

---

# 本日の御説明事項

1. これまでの調査・対策委員会での検討を振り返って
2. 柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性の確認状況について
3. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の設備健全性評価について
4. まとめ

# 新潟県中越沖地震を受けた 柏崎刈羽原子力発電所

- 「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」は確保
  - 運転中・起動中の2, 3, 4, 7号機は自動停止
  - 運転員の操作で、100°C以下・大気圧の安定な停止状態（冷温停止）へ
  - 燃料からの余熱も、問題なく除去
  - 燃料棒中の放射性物質の漏れはなし
    - 6, 7号機での微量の放射性物質の環境への放出は、健康・環境への影響は心配ないレベル。根本原因分析を実施。
- 国際原子力機関IAEA調査団の見方（平成19年8月）
  - 全ての炉は、地震中及び地震後、安全だった
  - 止める、冷やす、閉じ込めるは確保された
  - 極めて微量の放射性物質の漏えいがあったが、これによる個人の被ばく線量は規制値に比べて大変低い

# 新潟県中越沖地震を受けた 柏崎刈羽原子力発電所 —何が問題だったか？—

- 当初の想定を大幅に超える地震の揺れ  
→ きちんとした安全確認が必要
  - それだけの揺れを受けた発電所施設は大丈夫か
    - ✓ 建屋・設備の健全性評価
  - 今後どんな地震を考えるべきか、それに対して安全は確保されるのか
    - ✓ 耐震安全性評価
- 自衛消防が機能せず
- 情報連絡・提供のまずさ



# 調査・対策委員会での審議

- 中越沖地震における原子力施設に関する調査・対策委員会を設置
  - 審議事項
    - ・平成19年新潟県中越沖地震発生時における原子炉の運営管理の状況と設備の健全性及び今後の対応について
    - ・平成19年新潟県中越沖地震から得られる知見を踏まえた耐震安全性の評価について
    - ・地震時発生時の原子力事業者による自衛消防体制、情報連絡体制及び地元に対する情報提供の在り方について
- 平成19年7月31日に第一回開催
- 傘下にWG、既存の小委員会と連携
  - 総勢約70人の多分野の専門家、地元関係者
  - のべ100回を超える審議・現地調査



# 安全確認に臨む保安院の姿勢

## － 主体性

- ・ 保安院の検査官自身の目での現場確認、点検・試験への立会
- ・ 保安院自身での海底活断層調査
- ・ 原子力安全基盤機構による実質的なクロスチェック

## － 透明性

- ・ 発電所の安全確認に関する審議を全て公開
- ・ 地元説明会、市議会・村議会での説明、折込みチラシの配布、「地域の会」での説明

## － 公正性

- ・ 原子力安全委員会の指針に基づき厳格な評価
- ・ 東電、地元団体双方立会の下での地質調査



# 自衛消防、情報連絡・提供問題への取り組み

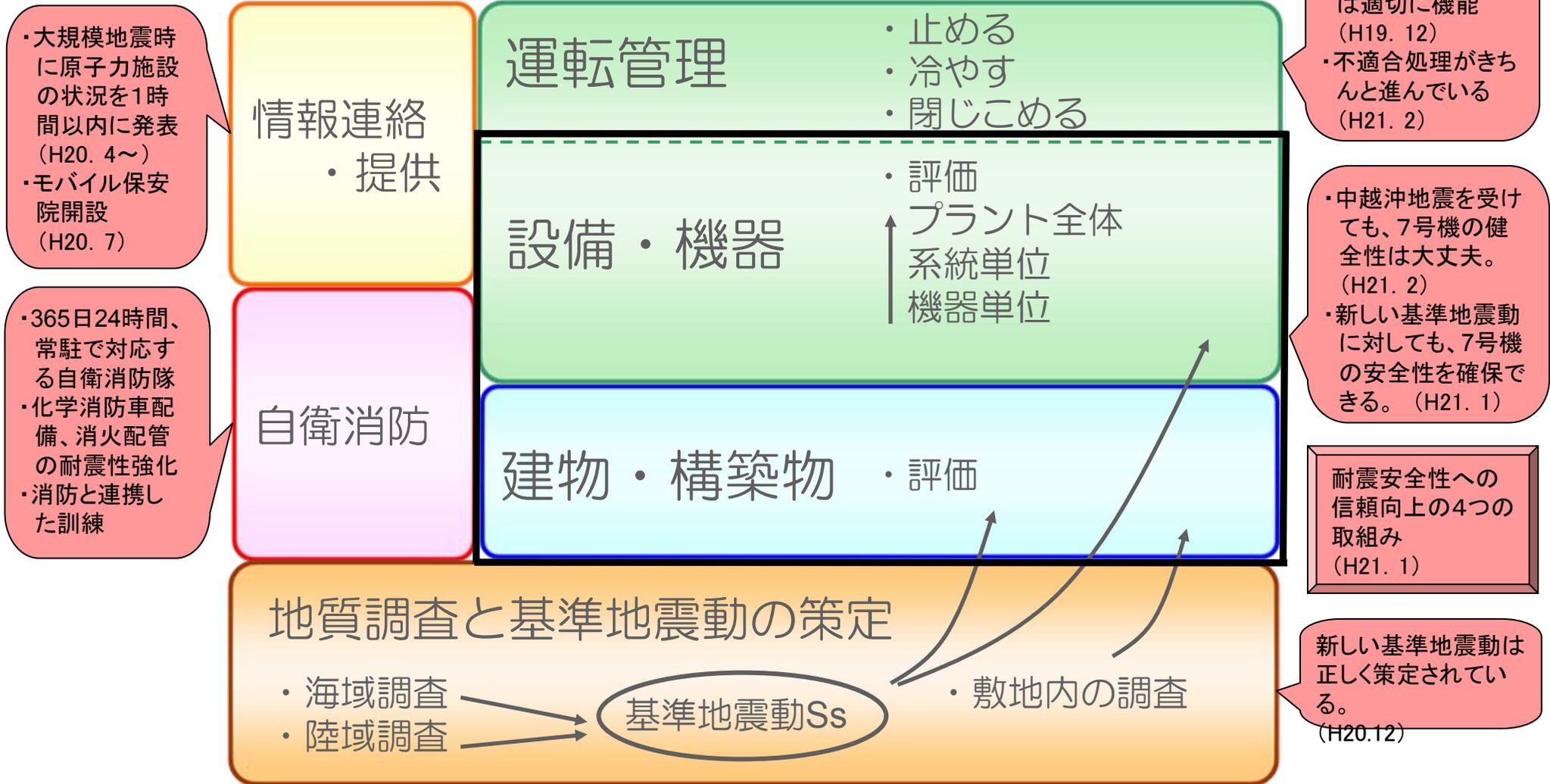
## ■ 原子力施設の自衛消防体制・設備の強化

- 365日24時間、常駐で対応する体制整備
- 化学消防車配備、消火配管等の耐震強化

## ■ 情報連絡・提供の改善

- 大規模地震時の原子力施設関連情報を1時間以内に発表
  - 岩手・宮城内陸地震(平成20年6月14日)等で実行
- モバイル保安院の開設(平成20年7月16日)

# 中越沖地震を受けた柏崎刈羽原子力発電所に係る保安院の対応

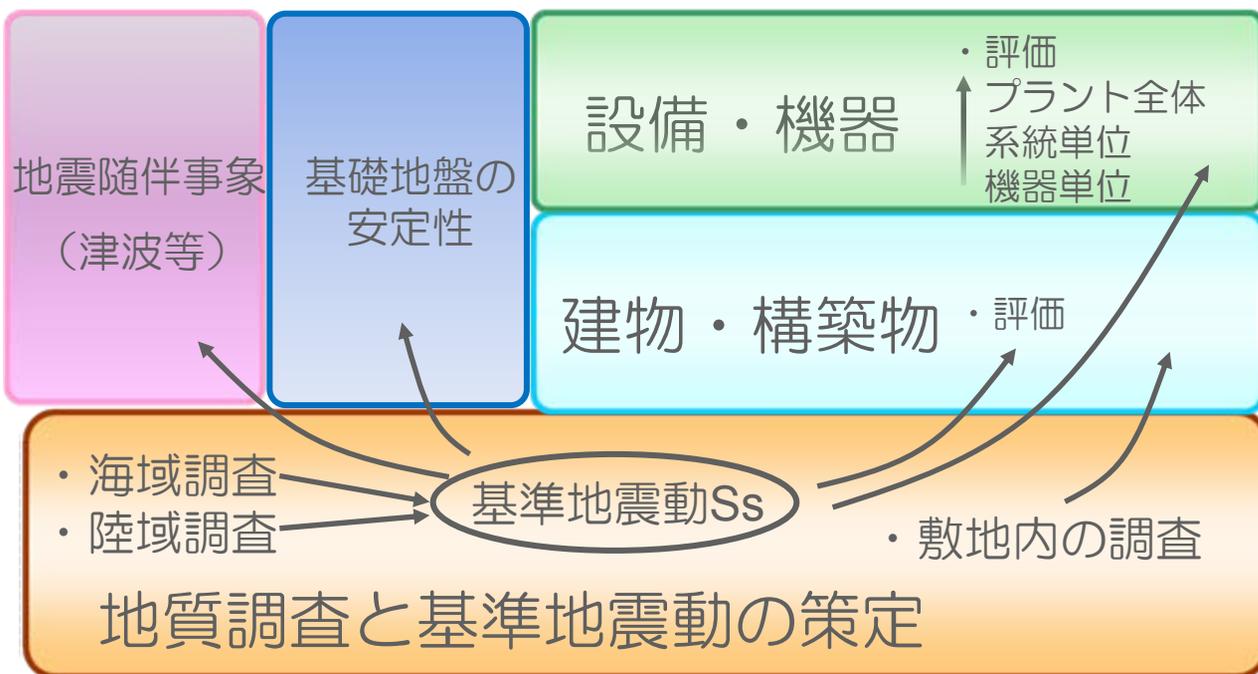


# 柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性の 確認状況について

# 耐震安全性の確認状況

耐震安全性への信頼向上を図る今後の取組  
(新たな知見反映の仕組み等)

<全国の原子力発電所に共通する課題>



○「原子力発電所の耐震安全性に係る信頼性の一層の向上を図るための今後の取組みについて」を取りまとめ、原子力安全委員会へ報告(1月30日)

○東京電力から7号機の建屋・設備の耐震安全性等に係る評価報告書の提出  
(11月4日、11月28日、12月3日、1月9日)

○保安院の評価結果を取りまとめ、原子力安全委員会へ報告(1月30日)  
○原子力安全委員会が、保安院による評価は妥当と認める見解を取りまとめ(2月18日)

○東京電力から報告書の提出  
・地質関係  
(5月12日:中間報告、10月22日:報告書)  
・基準地震動  
(5月22日:報告書、9月22日:補正、10月22日:追補)

○保安院として中間報告書を取りまとめ、原子力安全委員会へ報告(11月20日)  
○原子力安全委員会が、保安院による評価は妥当と認める見解を取りまとめ(12月11日)

# 本日の御説明事項

1. 中越沖地震により観測された最大加速度が設計時において算定された最大加速度を上回った要因
2. 敷地周辺の活断層とそれを踏まえた基準地震動の評価
3. 新たな基準地震動に対する施設の耐震安全性の評価
4. 地盤の安定性、建屋の上下動と傾斜、津波に対する安全性の評価
5. 原子力発電所の耐震安全性に係る信頼性の一層の向上を図るための今後の取組みについて
6. まとめ

参考：耐震補強工事について

# F-B断層評価の経緯

## < 柏崎刈羽原子力発電所の設置許可時 >

- ・ 海域の断層は、「日本の活断層—分布図と資料（活断層研究会編 1980）」における海底活断層の認定基準等により海上音波探査データの解釈を行った。
- ・ その結果、F-B断層の一部に当たる長さ最大約8kmの断層を確認していたが、5万年前以降の地層に変位が見られなかったことから、旧耐震指針に照らして活断層とは評価していなかった。

## < 平成15年の再評価 >

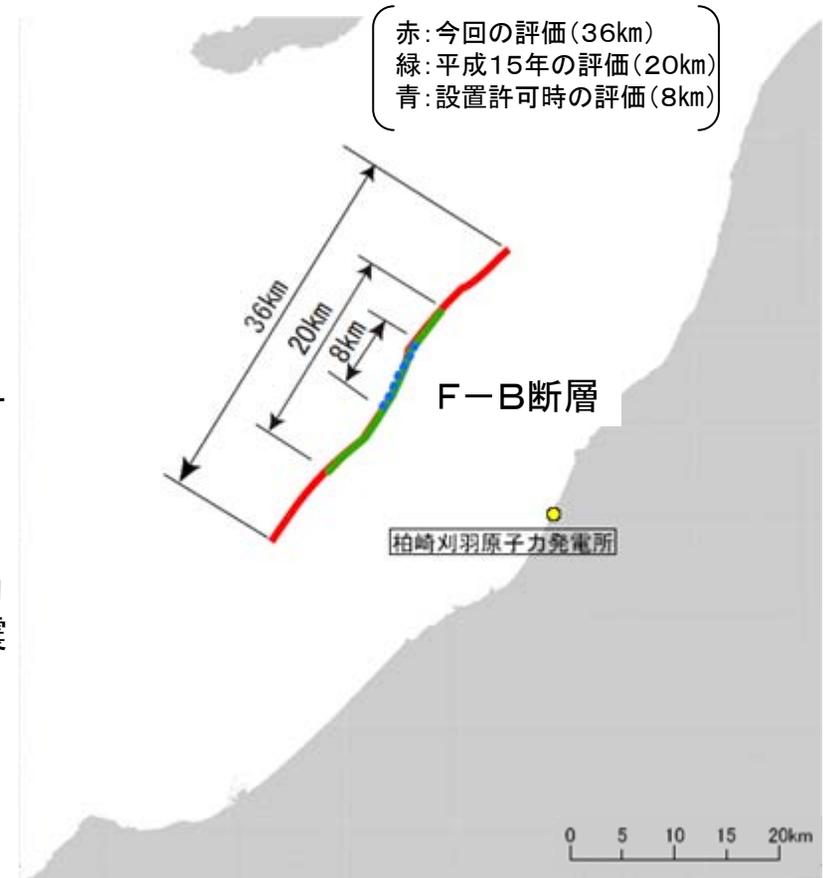
- ・ 海域の活断層に対する知見の蓄積を踏まえ、新しい地層が断層で切れていなくても褶曲があれば、その下に活断層が存在すると評価する考え方を導入。
- ・ 平成15年にF-B断層について長さ約20km、地震規模がマグニチュード（以下「M」という。）7.0の活断層と再評価した。
- ・ 当時使われていた経験的評価手法でF-B断層による敷地の地震動を評価したところ、敷地の地震動は、旧耐震指針に基づく基準地震動S2を上回らないと評価していた。

## < 中越沖地震により観測された地震動 >

- ・ しかしながら、M6.8の中越沖地震による地震動は基準地震動を大きく上回った。



中越沖地震による敷地の地震動が同規模の地震から想定される平均的な地震動と比べ、顕著に大きかったことについて、要因を検討した。



# 設計時において策定された最大加速度を上回った要因

JNES(原子力安全基盤機構)による分析の結果、大きな揺れの要因は、①今回の地震の震源の特性と、②震源から柏崎刈羽原子力発電所につづく地下構造の特性であることが判明。

## ①【地震の震源の特性】

○今回の地震では、同じ規模の地震(マグニチュード6.8)と比べて、約1.5倍程強い地震波が放出された。

## ②【震源から柏崎刈羽原子力発電所につづく地下構造の特性】

○柏崎刈羽原子力発電所周辺の地下構造は、堆積層が厚く、褶曲した構造を持ち、この中を伝わる地震波が重なり合い、地震波が増幅する特性を持っている。

○さらに、この地下構造は、地震波が1号機側に大きく集まるような褶曲構造と判明。

### 《用語解説》

堆積層：岩石の破片や生物の遺骸などが、海や川の底で積み重なって固着した地層。

褶曲(しゅうきょく)：地層が波状に屈曲している状態のこと。

パルス波：地震波の中で、振幅がピークとなる部分の波。

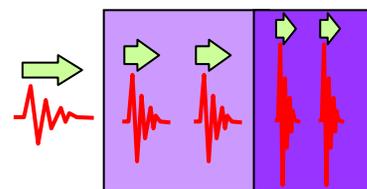
## 地震波の増幅について

## 【ポイント解説】

①地震波が速度が遅くなる地層に入ると、その地層の中で密になり、より大きな地震波になることがある。

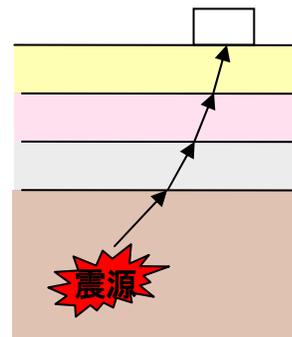


波が伝わる速度が同じ地層内では変化はない。

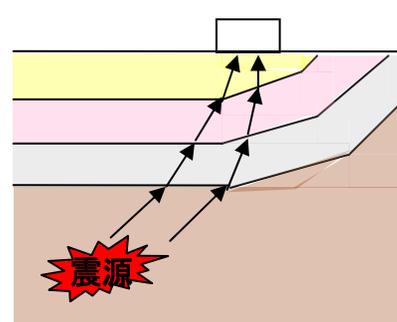


速度が遅くなる地層に入った波は、その地層の中で密になり、より大きな波になることがある。

②地層が屈曲していると、地震波は曲がってしまいます。曲がってしまった地震波が集まって、大きな地震波になることがある。



地層がまっすぐだと曲がり方の変化は小さい。



地層が屈曲していると地震波が曲がり、地震波が集まる地点が生じることがある。

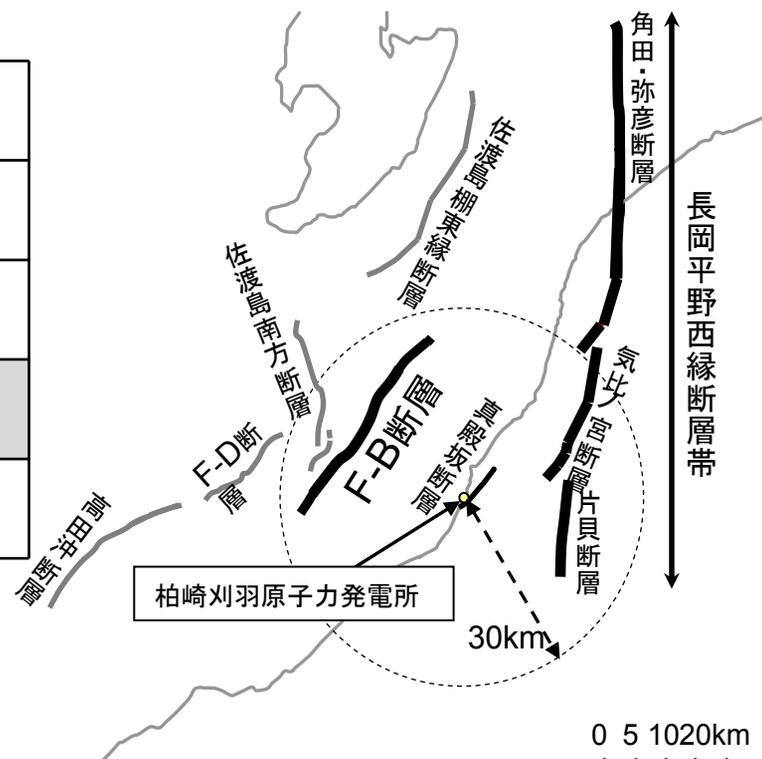
# 活断層・基準地震動の評価の結果

## ○保安院による活断層・基準地震動の評価の結果

- ・柏崎刈羽原子力発電所に影響の大きい活断層として、F-B断層（長さ36km）及び長岡平野西縁断層帯（長さ91km）を選定。
- ・保安院自ら海上音波探査を実施するとともに、東京電力が実施した調査の生データを専門家により確認するなど、厳正に評価。
- ・F-B断層の長さ、長岡平野西縁断層帯の傾きなど、安全側に立って設定。

対象とする地震動	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機
新潟県中越沖地震(観測値) (原子炉建屋基礎版上)	680	606	384	492	442	322	356
基準地震動による応答 (原子炉建屋基礎版上)	845	809	761	704	606	724	738
基準地震動の最大値 (解放基盤表面)	2300			1209			
新潟県中越沖地震(解放基盤表面における推定波)	1699	1011	1113	1478	766	539	613

表 各号機における地震動評価結果(単位:ガル)



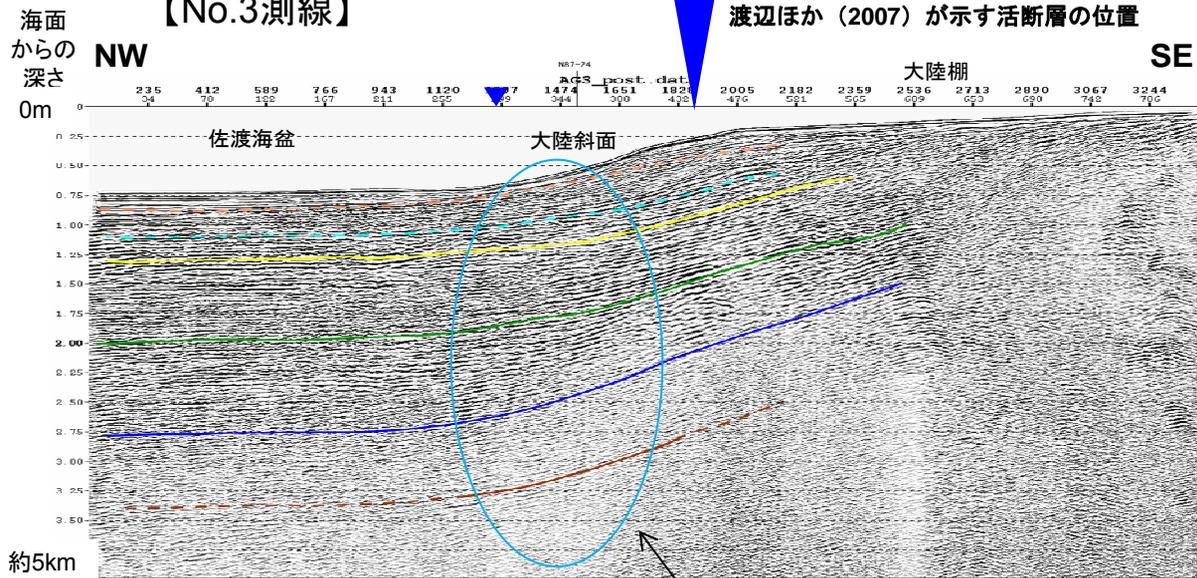
## (参考)F-B断層の北方延長について

○一部の論文において、F-B断層がさらに北方の佐渡海盆東縁まで延びているとされていることに関して、保安院の審議会において、海上音波探査結果、海域・陸域にわたる地下探査結果、変動地形学的調査、断層モデルによる試算等を踏まえ総合的に検討を実施。

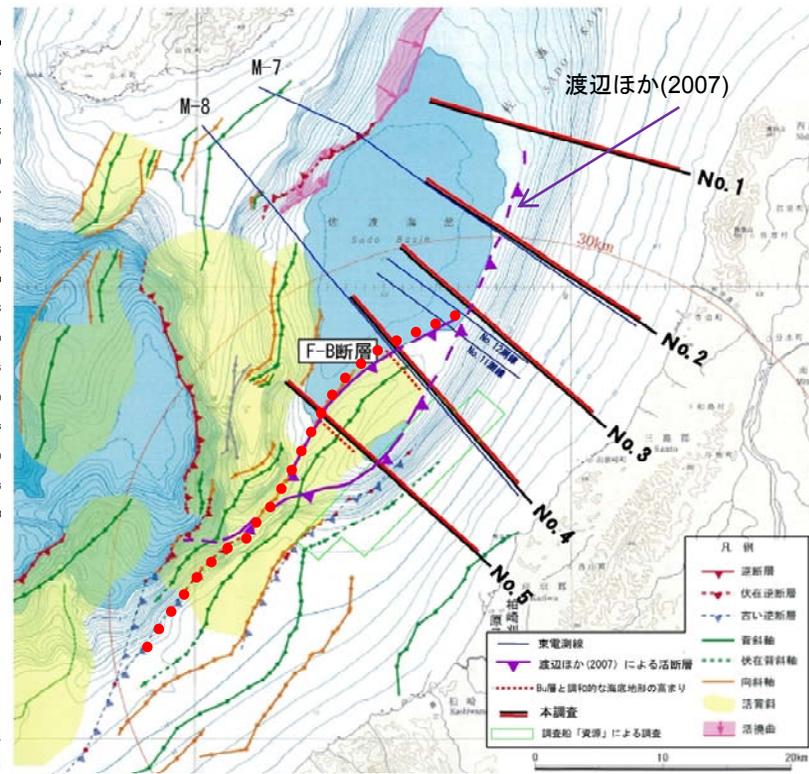
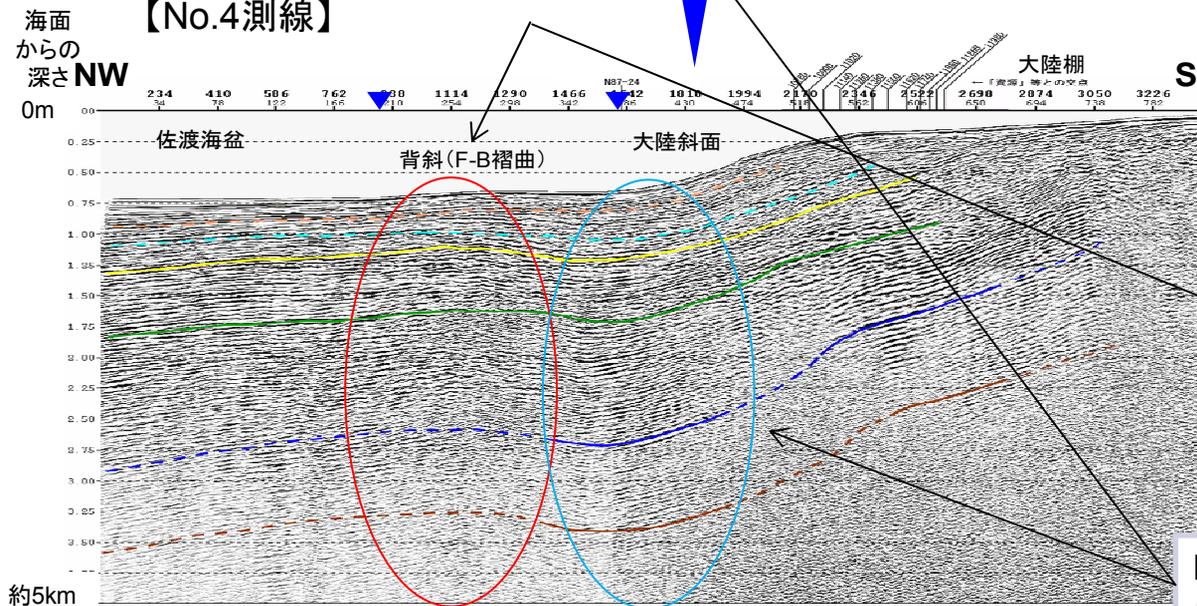
○検討の結果、保安院は、F-B断層北方延長部において、耐震設計上考慮すべき活断層は認められないと判断。

# F-B断層北方延長部における保安院の海上音波探査結果（平成20年8月）

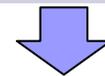
【No.3測線】



【No.4測線】



No.4測線に見られる背斜(海底の高まり)では、海底下の深い方へ行くほど地層のたわみが大きくなるような褶曲(しゅうきよく)構造が認められ、地下深部に活断層の存在を推定した。

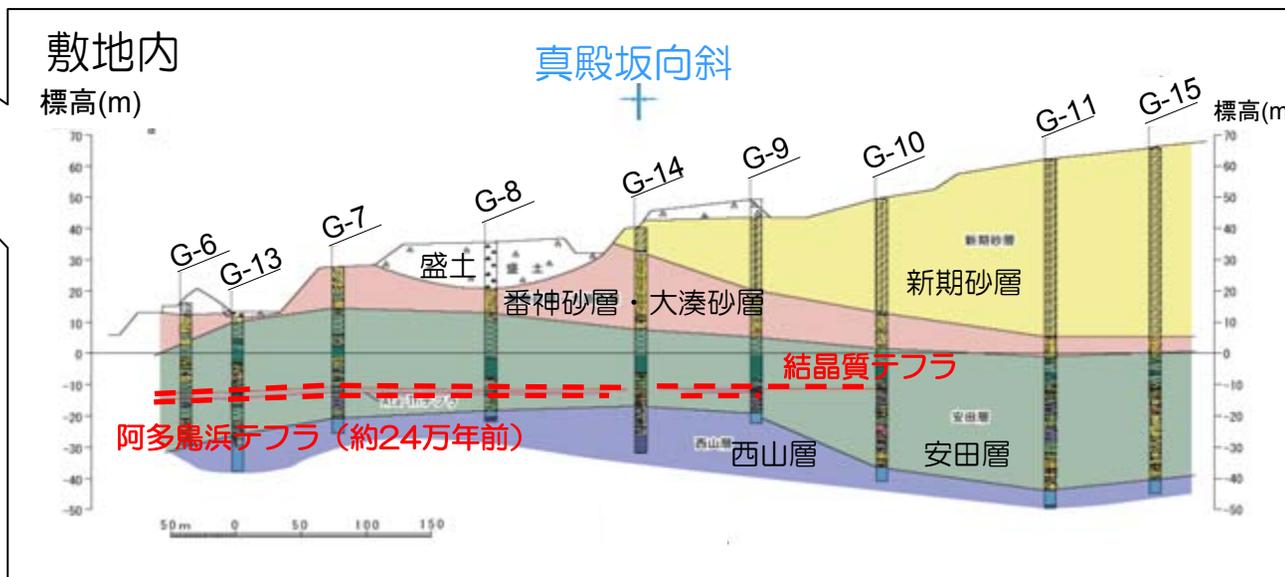
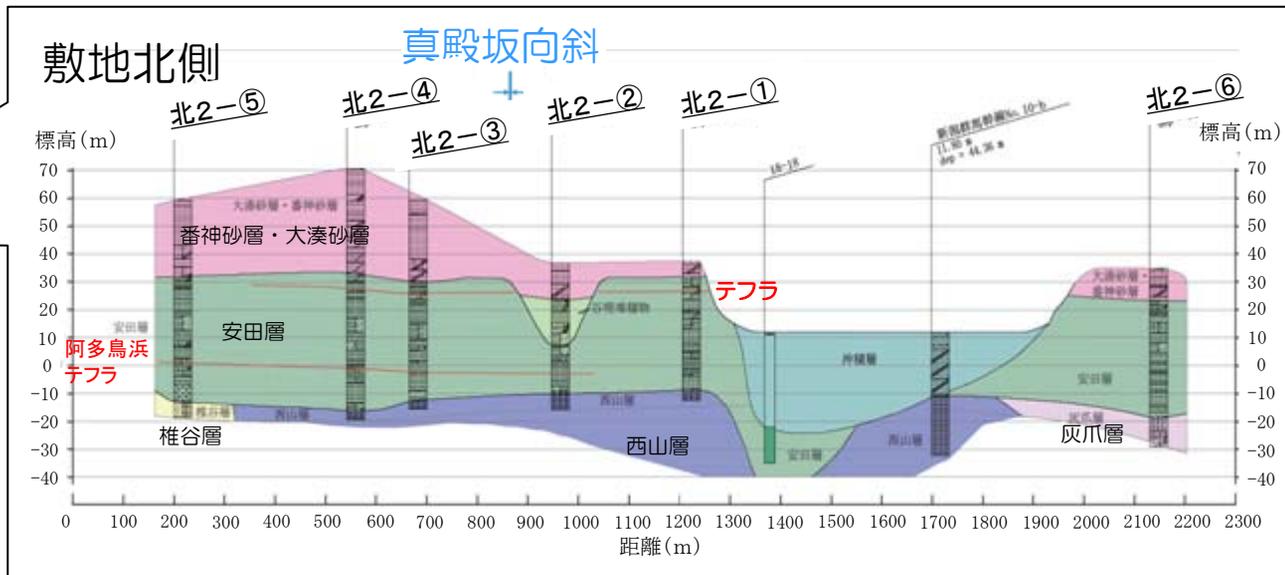


No.3 測線及びNo.4 測線の大陸斜面の基部等には褶曲構造は認められず断層活動を示唆する構造は確認できない。

# 真殿坂断層について

真殿坂断層を挟んで阿多鳥浜テフラ（約24万年前の火山灰）等がほぼ水平に分布することから、後期更新世（約12～13万年前）以降の活動は認められず、真殿坂断層が耐震設計上考慮すべき活断層ではないことを確認。

ボーリング調査位置図



※合同WG第26回資料(合同W26-1-2)に加筆

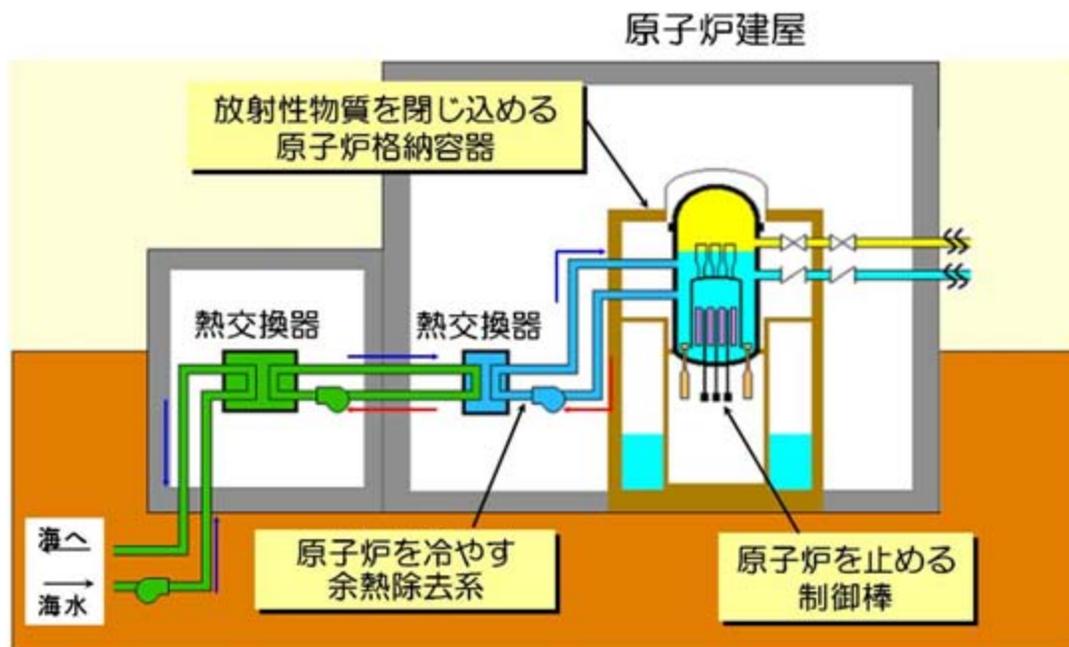
# 耐震安全性評価の結果

## ○保安院による7号機の耐震安全性評価の結果

### 【評価対象施設】

- ・耐震安全性評価は、新しい基準地震動 $S_s$ に対し、「止める」、「冷やす」、「閉じこめる」のそれぞれの機能が達成できるか確認。
- ・評価対象施設は、「止める」、「冷やす」、「閉じこめる」ための機能を有する原子炉建屋、原子炉冷却設備、計測制御系統設備など137の設備を選定。

(参考) 止める、冷やす、閉じこめるとは

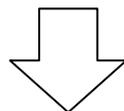


指し示しているものは、その機能を担う代表的なもの

# 耐震安全性評価の結果

## 【評価結果】

- －保安院の審議会で8回の審議を重ね、以下について確認。
  - ・原子炉建屋及び機器・配管系の地震応答解析モデルは、中越沖地震時の揺れを再現できる健全性評価に用いたモデルと同様であり、妥当なものであること。
  - ・建物・構築物、機器・配管系の評価対象施設において、地震応答解析結果が評価基準値以内であること。
- －JNESは、独自の解析モデルにより、原子炉建屋等の地震応答解析を行い、解析結果が評価基準値以内であることを確認。



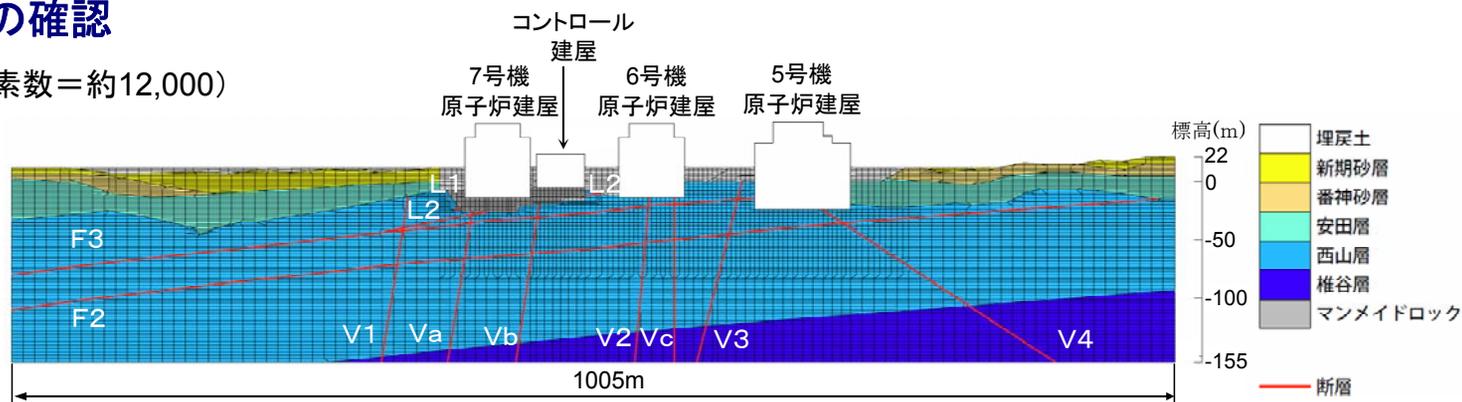
新しい基準地震動に対して、耐震安全上重要な建物・構築物及び機器・配管系の安全機能（「止める」、「冷やす」、「閉じこめる」）は維持される。

# 原子炉建屋基礎地盤の支持能力

7号機の基礎地盤は、地震によって破壊したりすべりを起こしたりせず、原子炉建屋などを安全に支えることができるだけの支持力があることを確認した。

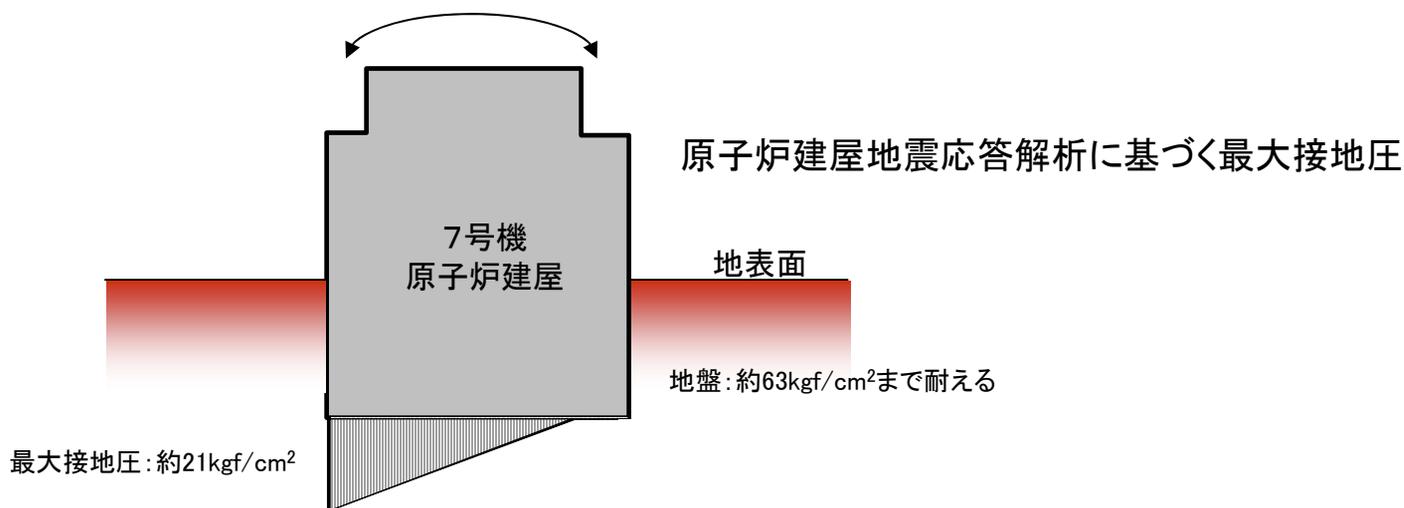
## ○破壊やすべりの確認

(解析モデルの要素数=約12,000)



地層や断層等を適切に反映した解析モデルにより、地盤が破壊したり、すべりを起こさないことを確認。

## ○支持力の確認



- ・7号機の地盤の支持力の最大荷重は約63kgf/cm<sup>2</sup>
- ・解析に基づく最大接地圧は約21kgf/cm<sup>2</sup>であり、地盤の支持能力は確保される。

# 地震に伴う地盤変動によりもたらされる原子炉建屋等の上下変動と傾斜について

## ○中越沖地震後の建屋の上下変動について

- ・ 新潟県中越沖地震により敷地周辺の広域に隆起が生じた。
- ・ その結果、柏崎刈羽原子力発電所の南半分（1～4号機）では平均7 cm、北半分（5～7号機）では平均10 cmの隆起が認められた。
- ・ 地震後も原子炉建屋等の上下変動は、わずかではあるが見られ、また、建屋の四隅で上下変動にバラツキがあった。

〔建屋四隅の中越沖地震による各建屋の四隅の変動量が異なることについては、地盤の固さ等の地盤物性や、地盤の揺れや発生する応力が場所ごとに異なること等が要因として考えられたが、その原因を明らかにすることは困難であると判断。〕

- ・ これらによる建屋の傾斜は、最大で1/4000程度であった。
- ・ 1/1000の傾斜による建屋や安全上重要機器への影響を解析評価したところ、影響は極めて小さく、発電所の安全機能が損なわれないことを確認した。

## ○敷地周辺の活断層の活動に伴う地盤変動について

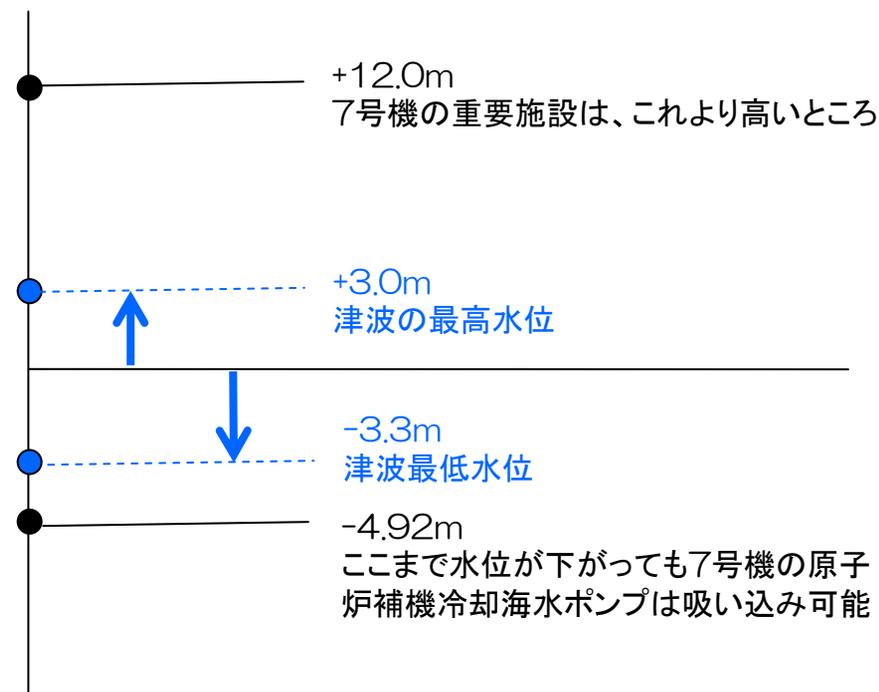
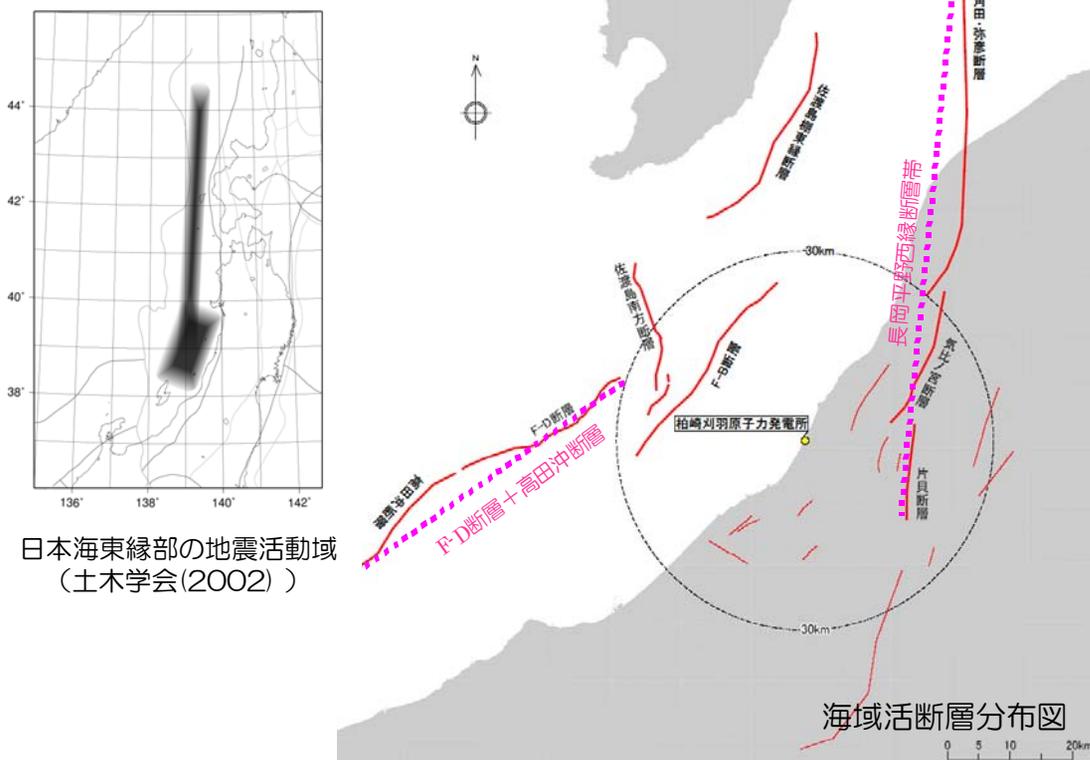
- ・ 今後、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定される地震に伴う地盤変動によりもたらされる建屋の傾斜等を評価した。
- ・ 具体的には、敷地に近いF-B断層（長さ36 km）及び長岡平野西縁断層帯（長さ91 km、傾斜角50度及び35度）を選定し、これらの活断層のズレに伴う地盤変動を評価した。その際、中越沖地震後に生じた建屋四隅の上下変動のばらつきも考慮。
- ・ その結果、7号機の最大傾斜は、コントロール建屋の1/1400程度と評価された。
- ・ 1/1000の傾斜によっても発電所の安全機能は損なわれないことを確認していることから、7号機の耐震安全性は確保されると判断した。
- ・ 東京電力は建屋四隅の動きを継続して観測し、その要因を検討することとしており、保安院としてもその状況を確認する。

# 津波に対する安全性

柏崎刈羽原子力発電所7号機の安全上重要な施設が設置されている高さから見て、地震に伴い想定される津波による最大水位上昇に際しても施設の安全性が確保されるとともに、引波による最大水位低下に際しても、海水ポンプによる取水が可能であることから、津波に対する安全性は確保されると判断した。

- ・津波による最高水位3.0mに対し、原子炉建屋等重要施設の設置レベル12.0m
- ・津波による最低水位-3.3mに対し、原子炉冷却用海水ポンプの吸い込み可能レベル-4.92m

パラメータスタディ等により、発電所において最高水位を示すのは日本海東縁部の地震活動域に想定される津波であり、最低水位を示すのは海域活断層のうち長岡平野西縁断層帯による津波のものと評価。



※ 数字は 東京湾の平均的な海水面からの高度差

# 原子力発電所の耐震安全性に係る信頼性の一層の向上を図るための今後の取組みについて

柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性については、最新の地震学の知識などを用いて評価を行ってきたところであるが、今後の更なる地震学などの進歩に対応して行く必要がある。

このため、保安院では、以下の4項目の取組みを進めていくこととした。

## (1) 地震学などの進歩を反映する仕組み

- ・ 保安院は、地震、耐震等に関する新たな学術研究の成果などについて継続的に情報を収集し、耐震安全性評価への反映のあり方について定期的に公開の場で検討する。
- ・ 事業者でも、学問の進歩を踏まえて、自らの施設の耐震安全性に係わる信頼性の向上の取組みを継続していく。

## (2) 確率論的安全評価

当初の予測を超える地震動が発生する確率の評価などの「確率論的安全評価」を本格的に活用するための課題の抽出等を行う。

## (3) 地震動の観測

地震動観測を充実し、施設のゆれ方をより迅速かつ正確に把握したり、地盤のゆれ方の評価手法の高度化などを進める。

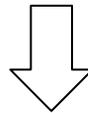
## (4) 国際機関などとの連携強化による研究の推進

国際原子力機関(IAEA)の国際耐震安全センターなど国内外の関係機関と協力を強化し、耐震安全性に関する研究を積極的に推進する。

# 今後取組む主な研究テーマ

## ○平成21年度から取組むテーマ

- ・地震観測に関する研究(地震観測ネットワークの整備)
  - ー 地震波の伝播特性や、地震時における原子力発電所の施設や周辺地盤の挙動などを詳細に把握するため、地震観測ネットワークを整備。
  - ー 防災科学技術研究所の地震観測ネットワークから得られるデータも活用。
- ・耐震裕度に関する研究(高度シミュレーション)
  - ー 地震時における原子力発電所の建屋や機器配管系、地盤の挙動を詳細に解析(シミュレーション)。
  - ー 発電所全体の耐震裕度を定量的に把握。
- ・敷地周辺の地形形成に関する調査・研究  
海岸段丘の隆起のメカニズムの解明(非地震性地殻変動の関与の可能性も考慮)など



これらの研究成果については耐震安全性評価に反映させ、継続的に発電所の耐震安全性の検証を行っていく。

# 耐震安全性の確認結果のまとめ

1. 東京電力が策定した新しい基準地震動は、妥当と判断。
  - 新しい耐震指針と活断層等に関する手引きに基づき入念な地質調査を実施。
  - 保安院も自ら海上音波探査を実施。
  - 保安院の審議会において、東京電力による活断層調査の生データを専門家が判読するなど、22回の審議を実施。
2. 新しい基準地震動に対して7号機の建屋や設備の安全機能は維持されることを確認。
  - JNESによる独自の解析プログラムで建屋や設備の耐震安全性を評価。
  - 保安院の審議会において8回の審議により、解析手法の妥当性や、解析結果が基準値を下回っているかどうか等を確認。
3. 原子力安全委員会も保安院の評価が妥当であると判断。
4. 原子力発電所の耐震安全性に係る信頼性の一層の向上を図るための今後の取組み
  - 新たな知見を原子力発電所の耐震安全性評価に反映する仕組みの構築
  - 地震観測ネットワーク、耐震裕度の高度シミュレーションなどにより、継続的に柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性を検証。

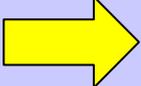
## (参考) 耐震補強工事について

東京電力は耐震性の余裕向上のため基準地震動の策定作業と併行して耐震補強工事を実施。

- 原子炉建屋基礎版上で1000ガルとなる耐震強化用地震動を設定

[中越沖地震による1号機の原子炉建屋基礎版上の揺れ680ガルの約1.5倍として設定。]

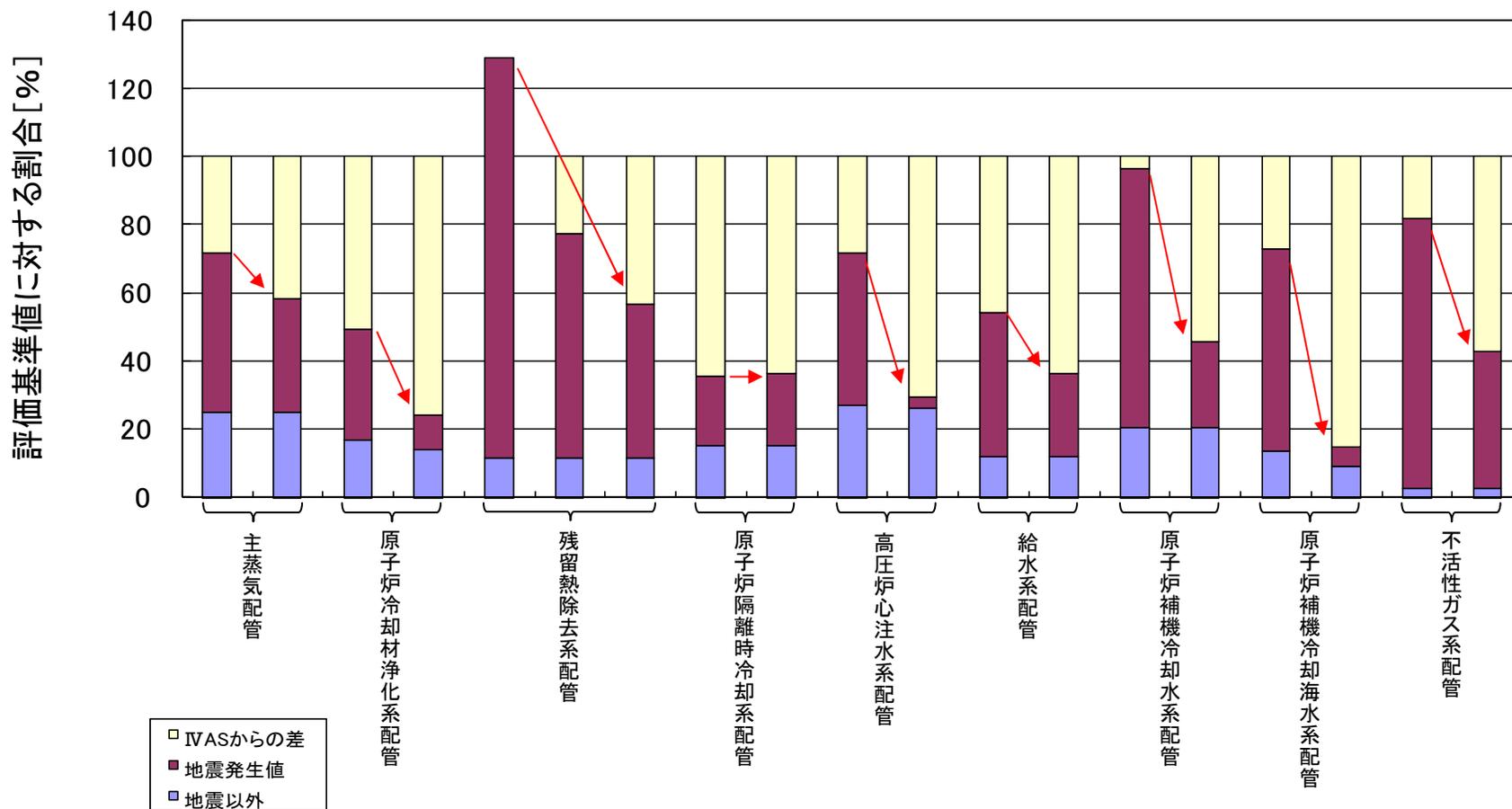
- 耐震強化用地震動に基づき解析を実施し、余裕の少ない部位を抽出。
- 原子炉建屋の屋根トラス補強材の追加、排気筒支持鉄塔の制震装置の設置、配管系のサポート追設・強化等を実施。

 ◆保安院は、補強工事の効果を見るため、基準地震動 $S_s$ を用い、補強前と補強後を比べ、地震による力の低減の程度等を確認。

◆例えば、残留熱除去系の配管の発生応力は、補強をしなければ基準値を超えるが、補強することで基準値の6割程度まで低減するなど、補強工事により耐震性が向上したことを確認。

# (参考) 配管系の補強の効果

柏崎刈羽7号機 基準地震動S<sub>s</sub>による配管系の発生値比較(左:補強を行わない場合、右:補強を行った結果)



※IVAS: 基準地震動S<sub>s</sub>により施設に生じる応力が、施設が機能喪失に至るような塑性変形が生じるレベルに至っていないかどうかを判断するための基準値。

# 柏崎刈羽原子力発電所7号機の 設備健全性評価について

# ご説明内容

## 1. 7号機の建屋の健全性

## 2. 7号機の設備の健全性

### (1) 設備の健全性評価の進め方

### (2) 7号機の点検・評価の状況

- ・機器単位の評価について
- ・系統単位の評価について
- ・プラント全体の評価について

# 建物・構築物の点検結果

## ○保安院による7号機の建物・構築物の点検結果

- ・建物・構築物に問題となるようなひび割れや損傷が無いことを、保安院として立入検査で確認。
- ・また、クロスチェック解析により、建物にかかった力は影響を残すものではないことを確認。



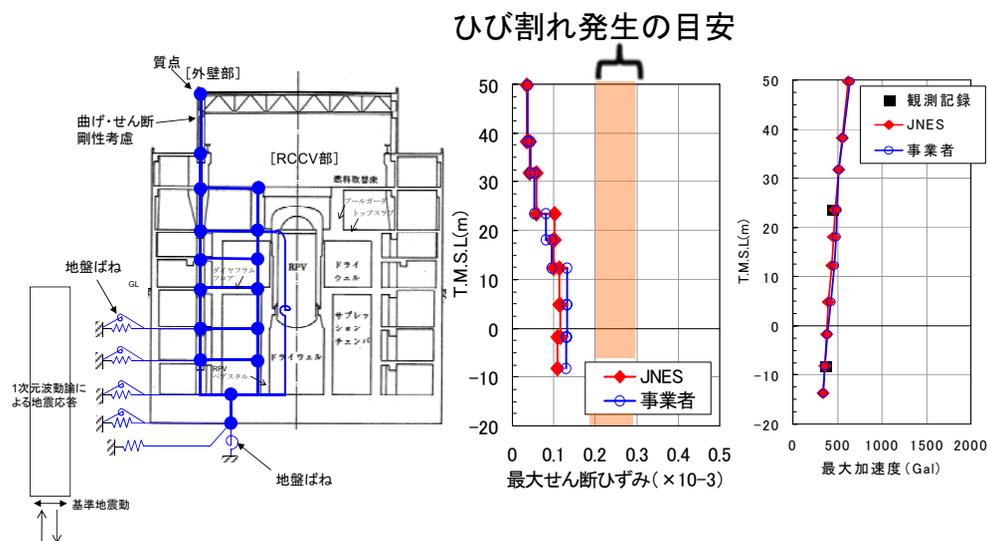
原子炉建屋 3階  
耐震壁(幅:0.3mm)



タービン建屋 耐震壁

原子炉建屋耐震壁  
総面積:約21,000m<sup>2</sup>

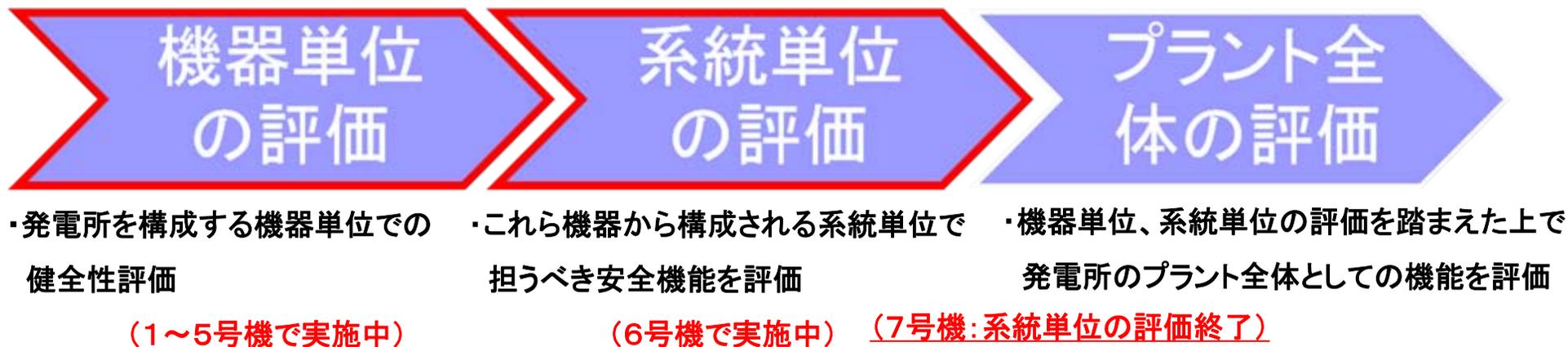
タービン建屋耐震壁  
総面積:約50,000m<sup>2</sup>



東京電力とJNESの原子炉建屋の  
地震応答解析結果の比較(東西方向)

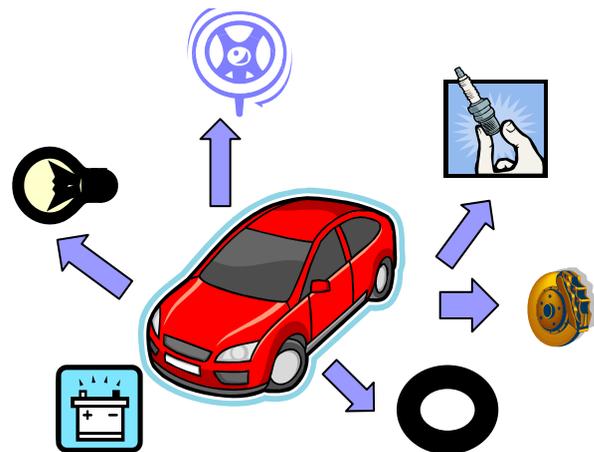
# 設備健全性評価の進め方

- 原子力安全・保安院(以下、「保安院」という)では、3段階の手順を踏みながら評価を進めています。



## 【自動車に例えると…】

(各構成部品の健全性評価)



(各系統の健全性評価:エンジン停止)

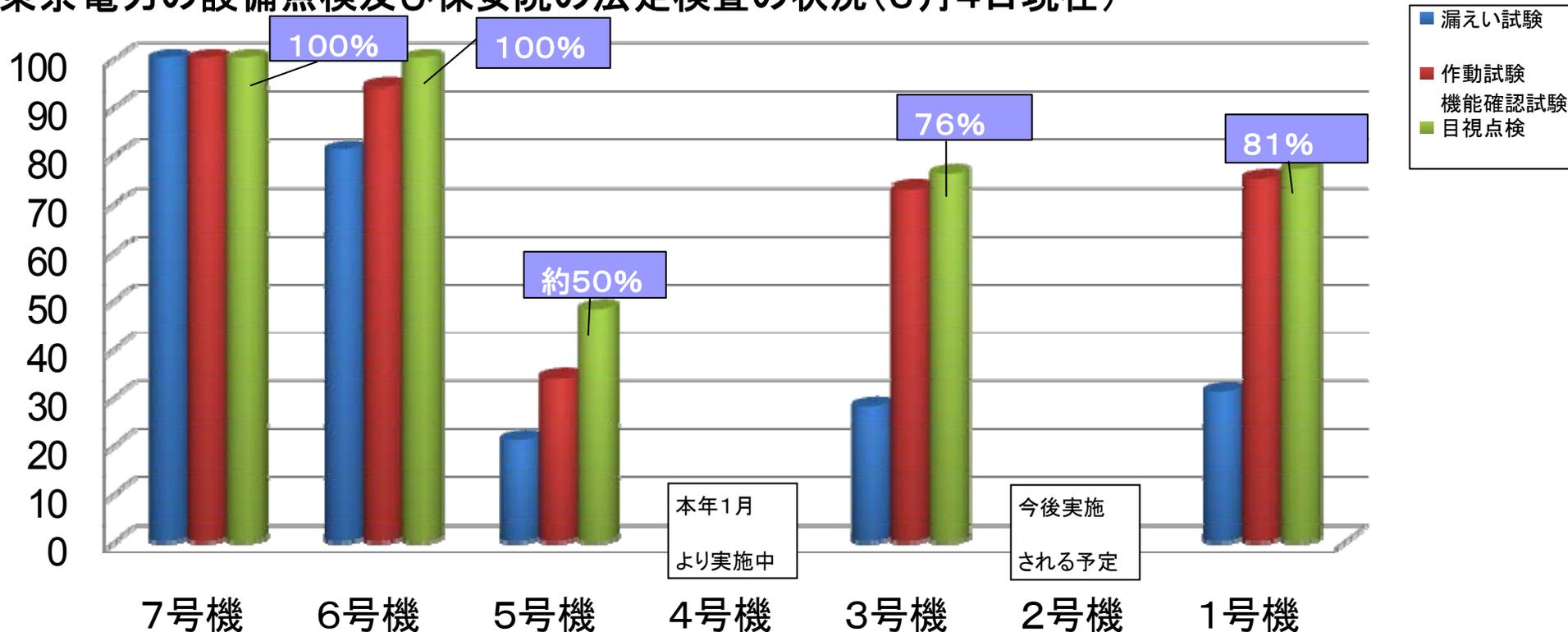
(例)①ブレーキペダル踏み込み～  
②ブレーキ作動～③ブレーキランプ点灯



(エンジンを回し、試運転)



## 東京電力の設備点検及び保安院の法定検査の状況(3月4日現在)



炉心番号	法定検査 人日
7号機	188人日
6号機	168人日
5号機	6人日
4号機	5人日
3号機	34人日
2号機	3人日
1号機	30人日

※人日とは、人数と  
従事時間の積(1  
日を8時間とカウ  
ント)。系統機能試験  
への立会を含む。

○中越沖地震発生直後(平成19年8月~9月)、技術者による1~7号機に対する目視による緊急点検が実施され、安全上重要な機器に異常は確認されませんでした。(保安院も立入検査等により確認しました。)

現在までの点検において、安全上重要な設備に損傷は確認されていません。  
また、地震応答解析の結果からも異常は確認されていません。

# 7号機の機器単位の評価について



# 7号機の機器単位の評価の全体像

東京電力の対応

保安院の対応

機器単位の評価の実施内容  
(評価対象機器:約1360機器)

点検評価計画書を作成

詳細な点検・地震により設備にかかった力の計算

## 基本点検

(静的機器:目視点検、非破壊点検、漏えい試験、動的機器:作動試験、漏えい試験)

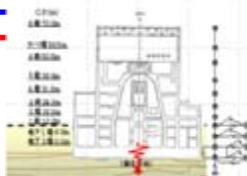
結果:機能や安全に影響を及ぼす損傷はない



## 地震により設備にかかった力の計算

(約130機器についてコンピュータ解析を実施)

結果:許容される範囲に収まっている



## 追加点検

(計算の結果、材料に許容される力の上限值に近かった部位や建屋間を貫通している配管等について、詳細な点検・地震により設備にかかった力の計算)

結果:機能や安全に影響を及ぼす損傷はない

東京電力報告書

評価

重要な設備に地震による影響と考えられる重大な異常はなかった。

検討状況の報告

(計画書に基づく詳細な点検が妥当なものかを確認)  
・実施プロセス、体制の確認  
・地震が影響が類似する機種分類ごとの点検方法の確認

原子力設備の専門家による審議(平成19年11月からのべ18回実施)

国の専門機関(JNES)による計算結果のチェック(約180機器)

検査官の目による実物確認(のべ188人日)  
※系統単位含む

上記の結果を総合的に評価

報告書の提出

7号機の機器単位の健全性は確保されているものと評価

## 7号機の機器単位の点検・評価

### ①安全上重要な設備（約640機器：原子炉容器など）

→下表のとおり詳細な点検と地震により設備にかかった力の計算を実施し、総合的に健全性を評価する。

	詳細な点検の結果、損傷がなかった場合	詳細な点検の結果、損傷があった場合
地震により設備にかかった力を計算した結果、材料に許容される力の範囲内（弾性状態※1）場合	設備は健全	損傷の原因に関する調査を実施し、適切な補修・取替等を行う
地震により設備にかかった力を計算した結果、材料に許容される力を超えていた（塑性状態）場合	詳細な解析や追加的な点検を実施（※2）	

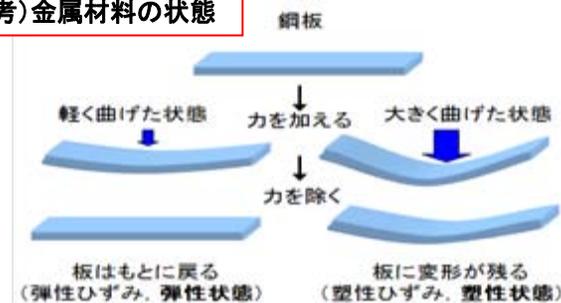
※1弾性状態とは、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAC4601）」にある許容応力状態ⅢASをいう。

※2に該当する設備については、専門家の審議等において詳細な検討を行う。

### ②その他の設備（約720機器：タービン、発電機など）

→適切な点検を行い、健全性を評価する。

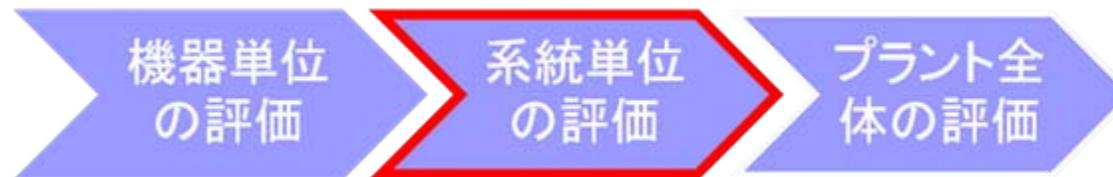
（参考）金属材料の状態



## 7号機の機器単位の評価結果（まとめ）

1. 作業管理、点検方法等
  - －適切な品質保証体系で作業が進められていることを検査で確認
2. 詳細な点検と地震により設備にかかった力の計算結果を組み合わせた評価
  - －評価対象機器（約1360機器）について、機能や安全に影響を及ぼす損傷はないことを検査等で確認
  - －事業者の計算結果について、JNESによる計算結果のチェックを実施した結果、材料に許容される以上の力がかかった設備はないことを確認
3. 追加点検
  - －地震により設備にかかった力の計算結果において、材料に許容される力に近かった機器等について、残留熱除去系配管など配管11系統やインターナルポンプ、さらに異なる建屋間を貫通する配管などに対し、詳細な点検を実施。機能や安全に影響を及ぼす損傷はないことを確認
4. 不適合事象（軽微な故障）の対応
  - －71機器（地震影響29機器、その他原因42機器）について、安全上問題はなく、補修が行なわれていることを確認
5. 確認・評価結果
  - －平成20年10月3日には評価対象機器約1190機器について、平成21年2月13日には残りの約170機器について、機器単位の健全性は維持されていると評価

# 7号機の系統単位の評価について



## 7号機の系統単位の評価：系統機能試験

- 原子炉の「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の安全機能を担う系統が機能するかの試験(23項目)を実施。
- 地震影響の有無を評価するために、以下の4つの着眼点を追加。

### ①試験実施前の前提条件(必要な検査が終了していること)の確認

当該系統機能試験前に完了すべき検査等が、すべて完了していることを確認。

### ②電気信号発信から実作動までの一連の作動状態の確認

実作動による確認が困難な場合は、代替手段(例：中央制御室の表示灯等)による試験が行われていることを確認。

### ③設備点検で異常が確認された部位に対する作動状況等の確認

設備点検で確認された異常の内容を考慮した確認項目が設定され、補修等の復旧がなされ不適合について適切に処理されていることを確認。

### ④地震発生前との振動データ等の比較

地震前の定期事業者検査結果(例：ポンプの能力、振動等)との比較が行われ、異常がないことを確認。



振動データの測定

# 7号機の系統機能検査の結果

安全項目	系統機能検査項目	国の評価結果
止める	①ほう酸水注入系機能検査、②原子炉保護系インターロック機能検査(タービン設備に係るものは除く。)、 ③原子炉停止余裕検査、④制御棒駆動機構機能検査、 ⑤制御棒駆動系機能検査	<p>試験項目すべてにおいて、検査官が立ち会い等により、「止める」、「冷やす」、「閉じこめる」などの安全機能が維持されていることを確認。</p>  <p>タービンバイパス弁機能検査(中央制御室(操作する場所)と現場(機器が動作する場所)に、分かれて確認)</p>
冷やす	①非常用ディーゼル発電機、高圧炉心注水系、低圧注水系、原子炉補機冷却系機能検査、②非常用ディーゼル発電機定格容量確認検査、③自動減圧系機能検査、④給水ポンプ機能検査	
閉じこめる	①非常用ガス処理系機能検査、②原子炉建屋気密性能検査、③可燃性ガス濃度制御系機能検査、④原子炉格納容器スプレイ系機能検査、⑤主蒸気隔離弁機能検査原子炉格納容器隔離弁機能検査、⑥原子炉格納容器漏えい率検査、⑦原子炉建屋気密性能検査	
その他	①液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能検査、②計装用圧縮空気系機能検査、③原子炉建屋天井クレーン機能検査、④中央制御室非常用循環系機能検査、⑤直流電源系機能検査、⑥選択制御棒挿入機能検査、⑦タービンバイパス弁機能検査 ⑧原子炉保護系インターロック機能検査(タービン設備に係るもの)	

※原子炉保護系インターロック検査は2回に分けて実施したため重複している

## 7号機の系統単位の評価結果（まとめ）

### 1. 系統試験項目に対する検査

－原子炉の「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の安全機能が維持されていることを確認

### 2. 地震影響の評価事項に対する検査

－点検で異常が確認された設備の補修等の措置が実施されていること、地震発生前の試験結果との比較について、ほぼ同じ状態であることを確認

### 3. 燃料装荷作業の安全確認

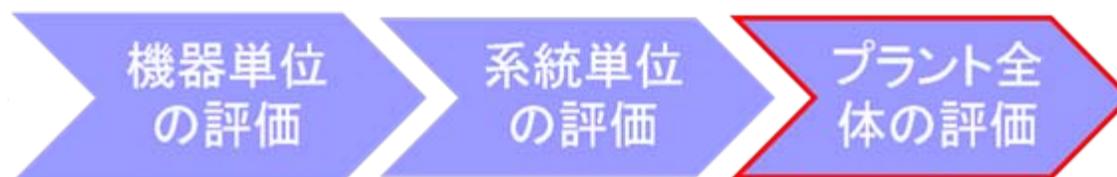
－装荷前の安全確認（燃料の健全性、燃料移動にあたっての安全性、燃料装荷状態での安全性）と燃料装荷作業時の安全確認が実施されていることを確認

### 4. 確認・評価結果

－平成20年11月6日、燃料装荷前の系統機能試験に係る中間報告

平成21年2月13日、系統単位の設備健全性に係る報告をとりまとめ、系統単位の健全性は維持されていると評価

# 7号機のプラント全体の評価について



## 7号機のプラント全体の評価

プラントを起動し、通気・通水・通電、入熱状態にして、プラント全体としての性能・機能や各設備の異常の有無等の確認などを内容とする試験が計画されています。



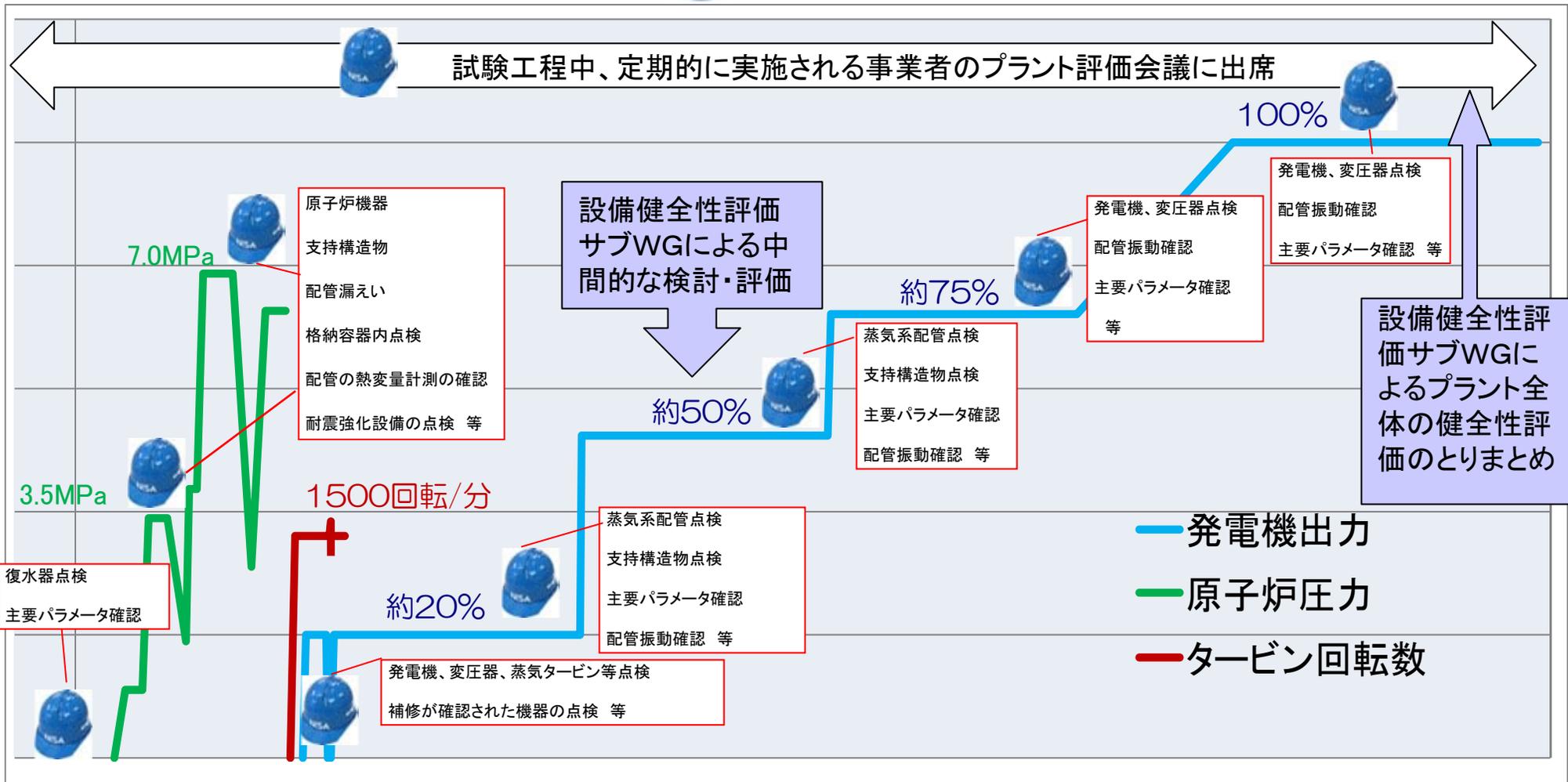
※1MPaは約10気圧

\* 挿入図は(株)日立製作所HPより引用

# 保安院の安全確認



保安院検査官が立会い、安全確認を実施するポイントは **が示すとおりです。**



**保安院は、プラント全体の評価を通じて厳格に安全確認を行い、確認結果については、適宜公表しご説明いたします。**

# 7号機の健全性に対する保安院の確認・評価のまとめ

## ①建屋の評価

- 建物・構築物に問題となるようなひび割れや損傷が無いことを、保安院として立入検査で確認
- クロスチェック解析により、建物にかかった力は影響を残すものではないことを確認

## ②機器単位の評価

- 7号機の重要機器（約1360機器）は、技術基準に適合。機器単位での設備は健全。
  - －詳細な点検及び地震により設備にかかった力の計算を実施。国の専門機関(JNES)により計算結果をチェック。
  - －不適合事象71機器には、補修等適切な措置を実施済み。

## ③系統単位の評価

- 7号機の安全機能を担う系統は、技術基準に適合し、所定の安全機能を有していることを確認。系統単位の設備の健全性は維持。
  - －地震の影響をみるための4つの着眼点を追加
  - －保安院の検査官が立ち会い等により確認

## ④総合的な評価

- 7号機については、原子炉を起動して行うプラント全体の機能試験を開始することについて、安全上の問題はない

# まとめ -1/2-

- 保安院では、専門家の意見を伺いつつ、柏崎刈羽原子力発電所の安全確認に取り組み
  - 建屋、設備・機器等が中越沖地震により影響を受けたか
  - 新耐震設計審査指針に基づき、新しい基準地震動の下でも設備の安全性が維持されるか
- 保安院は、東電の分析結果等の妥当性を確認するため
  - 建屋、設備への地震による影響の有無について、原子力安全基盤機構による分析結果との比較検討
  - 検査官自身の目によるひび割れの有無、安全設備の作動点検を含む確認
  - 約70人の地震学、機械工学等の多分野の専門家による、のべ100回を超える審議・現地調査
  - 海上音波探査により発電所沖合の海底活断層の調査

# まとめ -2/2-

- 7号機について確認

(2/13調査対策委員会の場で最終確認)

- 中越沖地震を受けても、建屋、設備の健全性は維持されている
- 新しい基準地震動に対して建屋、設備の安全機能は維持される

- 保安院としての判断

「7号機の起動に安全上の問題はない」

- 他の号機についても引き続き安全確認を進める
- 今後とも厳格な安全確保