

新潟県中越沖地震における 発電所の状況について

地域の皆さまへの説明会



東京電力

本資料の著作権は東京電力株式会社に帰属します。東京電力株式会社

本日のご説明内容

- 発電所の点検・調査について
- 中越沖地震の課題への対応について
 - 変圧器のケーブル部基礎の復旧・油漏れへの対応
 - 消防および情報連絡・提供に係わる取り組み
- 地質調査について
 - 進捗状況、調査結果
 - 地表面、建屋の測量結果

- **発電所の点検・調査について**
- **中越沖地震の課題への対応について**
 - 変圧器のケーブル部基礎の復旧・油漏れへの対応
 - 消防および情報連絡・提供に係わる取り組み
- **地質調査について**
 - 進捗状況、調査結果
 - 地表面、建屋の測量結果

発電所の点検・調査 1/2

点検・調査の流れ

建物・設備

安全上重要な建物・設備

基本点検 (目視、機能試験)

地震応答解析

原子炉圧力容器内部(2/19完了)など

異常あり

余裕なし
少ない

余裕がある

異常なし

追加点検
非破壊試験など

健全性の総合評価

発電所の点検・調査 2/2

1、7号機 点検・評価計画

実施内容	平成19年		平成20年								
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. 設備点検 (目視、機能試験)											
2. 地震応答解析											
3. 設備健全性に 係わる総合評価											

 7号機

 1号機

点検・調査の流れ

建物・設備

安全上重要な建物・設備

基本点検 (目視、機能試験)

地震応答解析

原子炉圧力容器内部(2/19完了)など

異常あり

追加点検
非破壊試験など

余裕なし
少ない

異常なし

余裕がある

健全性の総合評価

点検進捗状況

燃料・制御棒
1,2,5,6,7号機 点検中

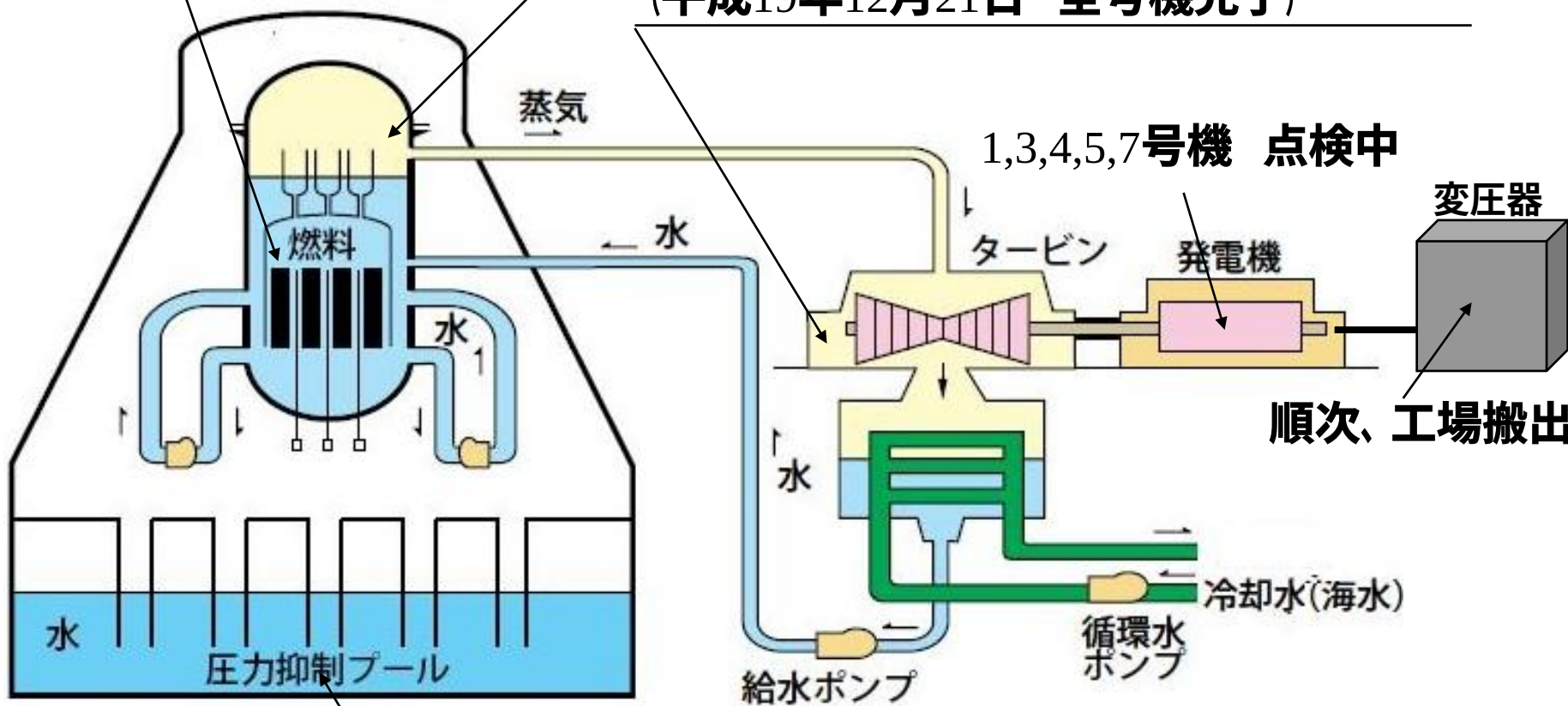
原子炉压力容器内部 目視点検
(平成20年2月19日 全号機完了)

高圧・低圧タービン(A)内部状況確認
(平成19年12月21日 全号機完了)

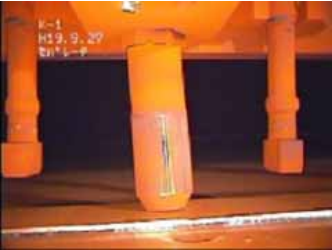
1,3,4,5,7号機 点検中

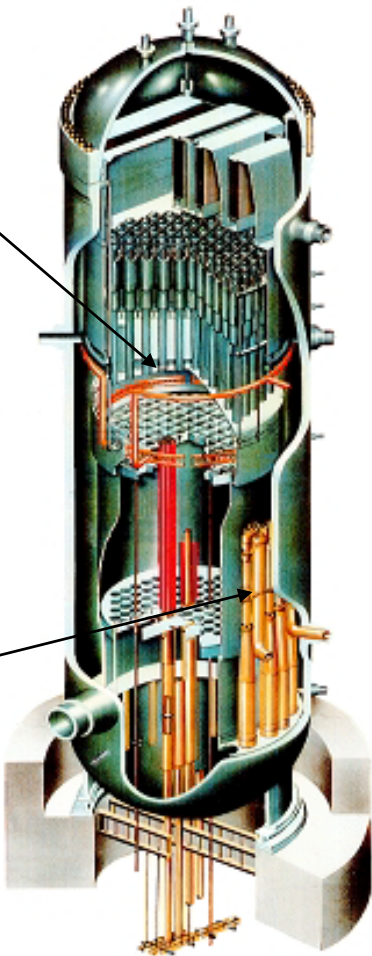
変圧器
順次、工場搬出

1,6,7号機 点検中



原子炉压力容器内部 目視点検

1号機	気水分離器 (炉外に取り出し仮置中)  ガイドピン  仮置き用脚部
2号機	異常なし
3号機	異常なし
4号機	異常なし
5号機	・ジェットポンプ (クサビ)のずれ ・燃料集合体の位置ずれ 
6号機	異常なし
7号機	異常なし



タービン点検の結果

	高圧タービン	低圧タービン (A)	低圧タービン(B)	低圧タービン(C)
1号機 (定検中)	地震発生時 開放状態	地震発生時 開放状態	地震発生時 仮組込状態 軽微な接触痕有り	地震発生時 開放状態
2号機 (起動中)	軽微な 接触痕有り	軽微な 接触痕有り	順次点検を実施	
3号機 (運転中)	軽微な 接触痕有り	摩耗箇所有り		
4号機 (運転中)	軽微な 接触痕有り	摩耗箇所有り		
5号機 (定検中)	軽微な 接触痕有り	軽微な 接触痕有り		
6号機 (定検中)	軽微な 接触痕有り	軽微な 接触痕有り		
7号機 (運転中)	軽微な 接触痕有り	摩耗箇所有り	摩耗箇所有り (点検中)	軽微な接触痕有り (点検中)



今後、タービン点検をすすめ、損傷があった場合には修理を実施

点検・調査の流れ

建物・設備

安全上重要な建物・設備

基本点検 (目視、機能試験)

地震応答解析

原子炉圧力容器内部(2/19完了)など

異常あり

追加点検
非破壊試験など

余裕なし
少ない

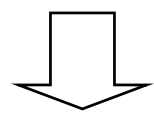
異常なし

余裕がある

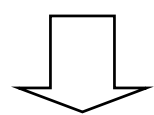
健全性の総合評価

地震応答解析 1/3

① 地震計で観測された揺れのデータ



② 地震発生時の揺れを再現



③ その揺れを元に、建屋、設備にかかった力・変位を算出

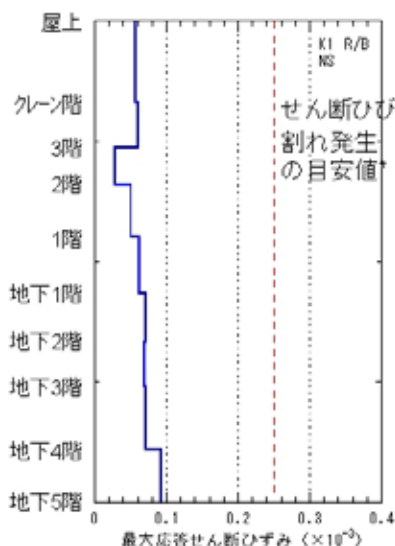


1号機 原子炉建屋
地震計位置

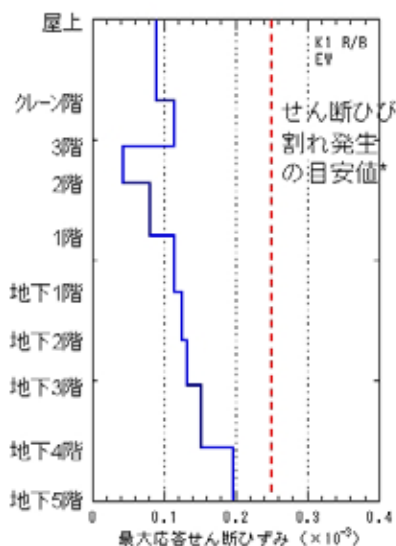
地震応答解析 2/3

原子炉建屋の評価

南北方向



東西方向



弾性

塑性

* 日本建築学会 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－ 1999

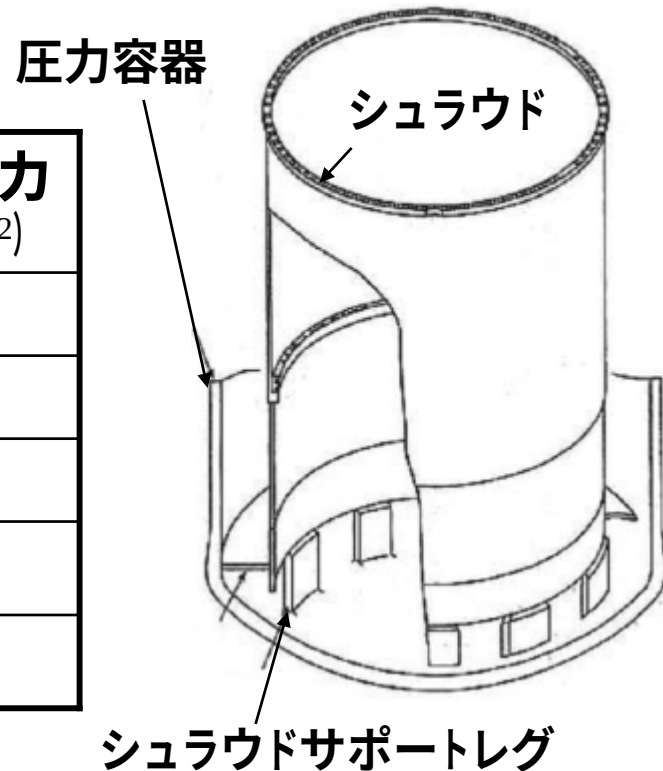
1号機 最大ひずみ解析結果

全ての号機で原子炉建屋にかかった力および変位量を解析。
変位量は、弾性範囲と評価

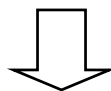
地震応答解析 3/3

7号機 設備の解析結果

確認対象	算出値 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)
原子炉圧力容器 (基礎ボルト)	115	499
シュラウドサポートレグ	32	243
残留熱除去系配管	199	274
残留熱除去系ポンプ (基礎ボルト)	5	350
燃料取替機	204	241

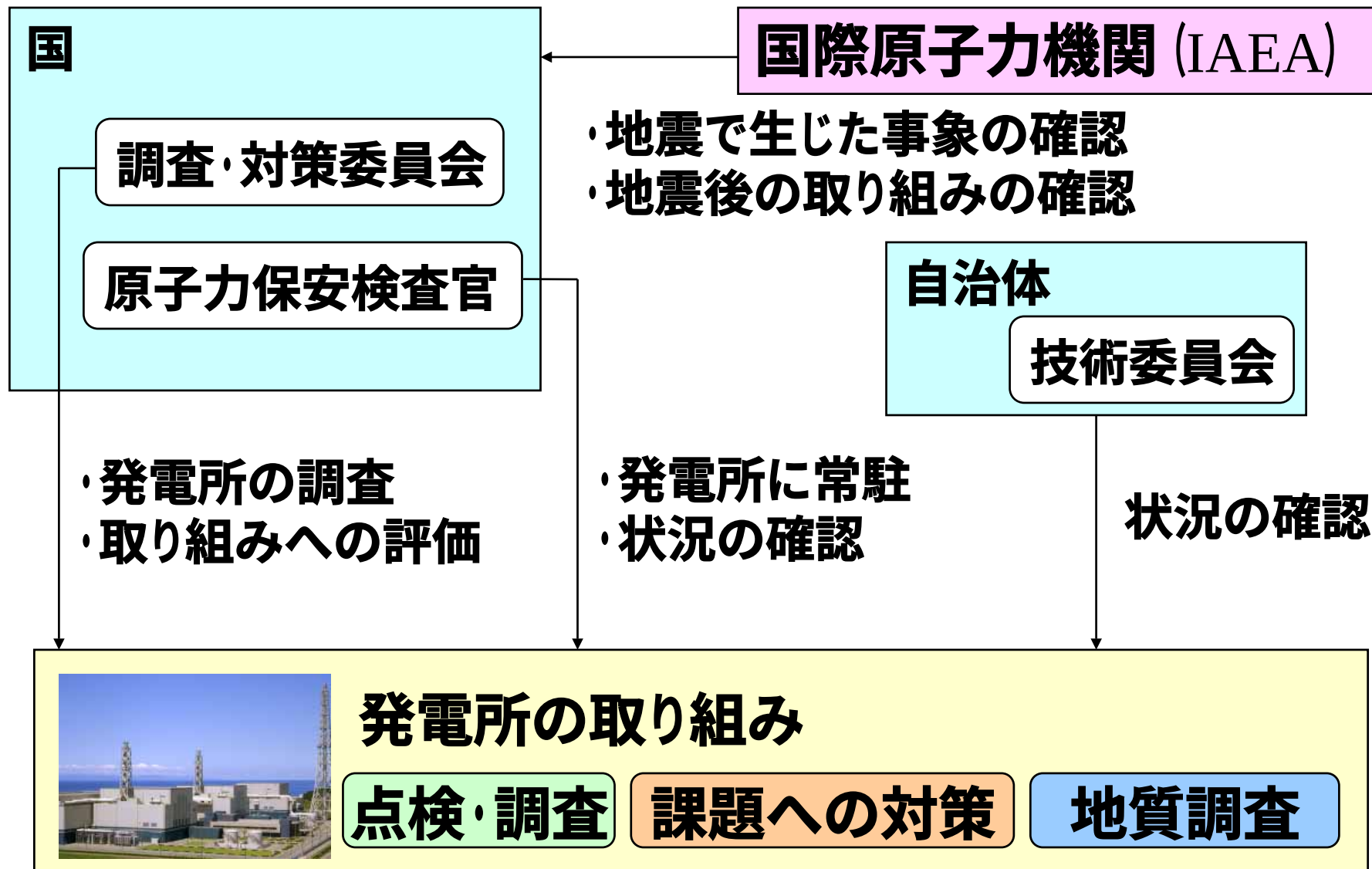


ここまでの評価では算出値が許容応力を超えたものはない



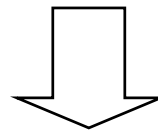
かかった力は設備の機能を損なう大きさではないと評価

発電所・国・関係機関の取り組み



まとめ

- 安全上重要な機器の外観点検、機能試験の結果、安全な停止状態を維持する機能に異常は確認されていない
- 建物・設備の総合的な健全性を確認するための点検・評価計画書を作成中
- 7号機の一部の機器の解析結果からは、機器の機能を損なうような力は働いていないことを確認



各号機の建物・設備について健全性評価を行い、必要に応じ補修、補強等を実施

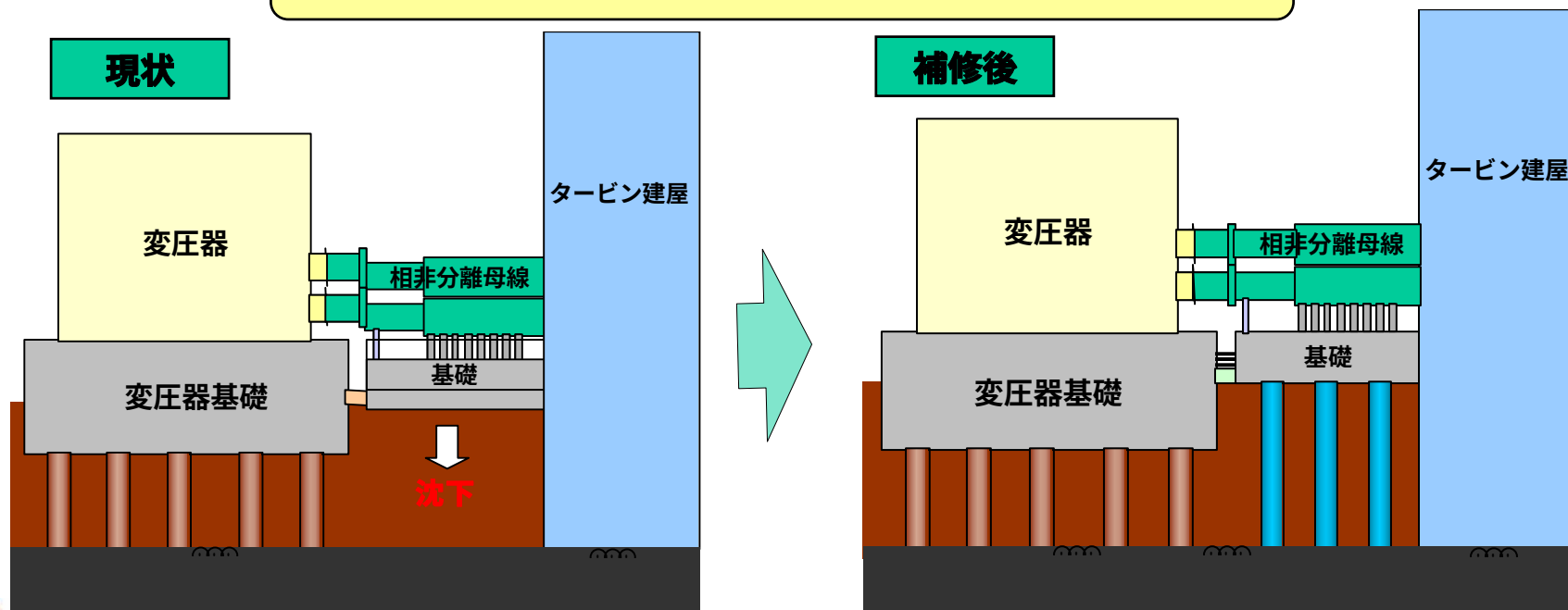
-
- 発電所の点検・調査について
 - 中越沖地震の課題への対応について
 - 変圧器のケーブル部基礎の復旧・油漏れへの対応
 - 消防および情報連絡・提供に係わる取り組み
 - 地質調査について
 - 進捗状況、調査結果
 - 地表面、建屋の測量結果

変圧器のケーブル部基礎の復旧・油漏れへの対応 1/2

変圧器のケーブル部基礎の復旧

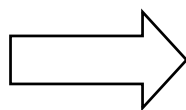
埋め戻し土上に設置されていたケーブル部基礎が沈下した

地盤への杭基礎とし、沈下を防ぐ



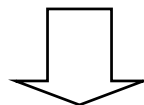
変圧器のケーブル部基礎の復旧・油漏れへの対応 2/2

変圧器からの油漏れについて



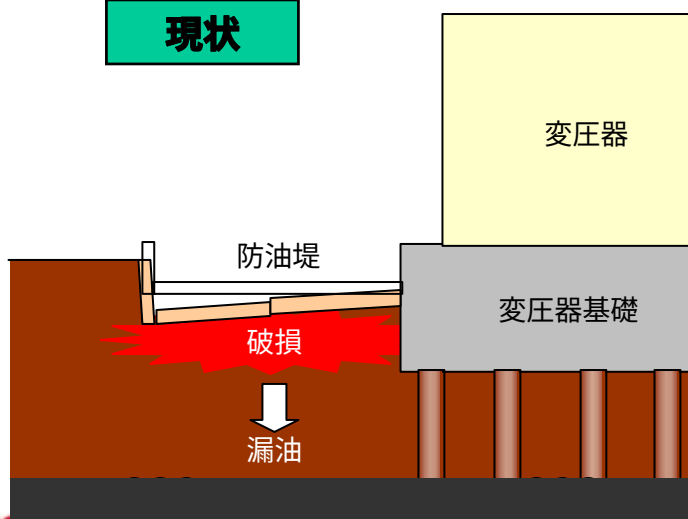
地盤への杭基礎とし、
油漏れを防止

破損した防油堤から、漏れた油が土に染み出た

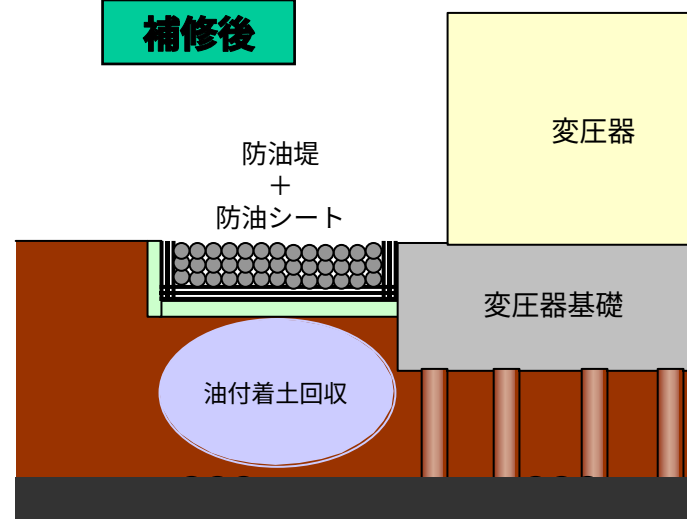


防油堤は補修するとともに、
防油シートにより二重構造にする

現状



補修後



消防および情報連絡・提供に係わる取り組み

3号機 所内変圧器の火災

- ホットラインを有効に活用できず、消防署への連絡が遅れた
- 消火配管の損傷により、消火ができなかった



6, 7号機 放射性物質の放出

- 放射線測定員が足りず、測定に時間を要した
- 地域の皆さまへの情報伝達が遅れた

消防および情報提供・連絡の課題への対策が必要

自衛消防の強化策

1. 初期消火体制の充実

初期消火要員の確保、消火体制のリーダー育成

2. 消火設備の信頼性の強化

消火設備の耐震性の確保、多様化・多重化

3. 関連設備の信頼性の強化

消防署への専用回線の中央制御室への設置
緊急時対策室、消防車両車庫の耐震性確保

4. 訓練・教育などの充実

消火設備の信頼性の向上 1/3

化学消防車の配備

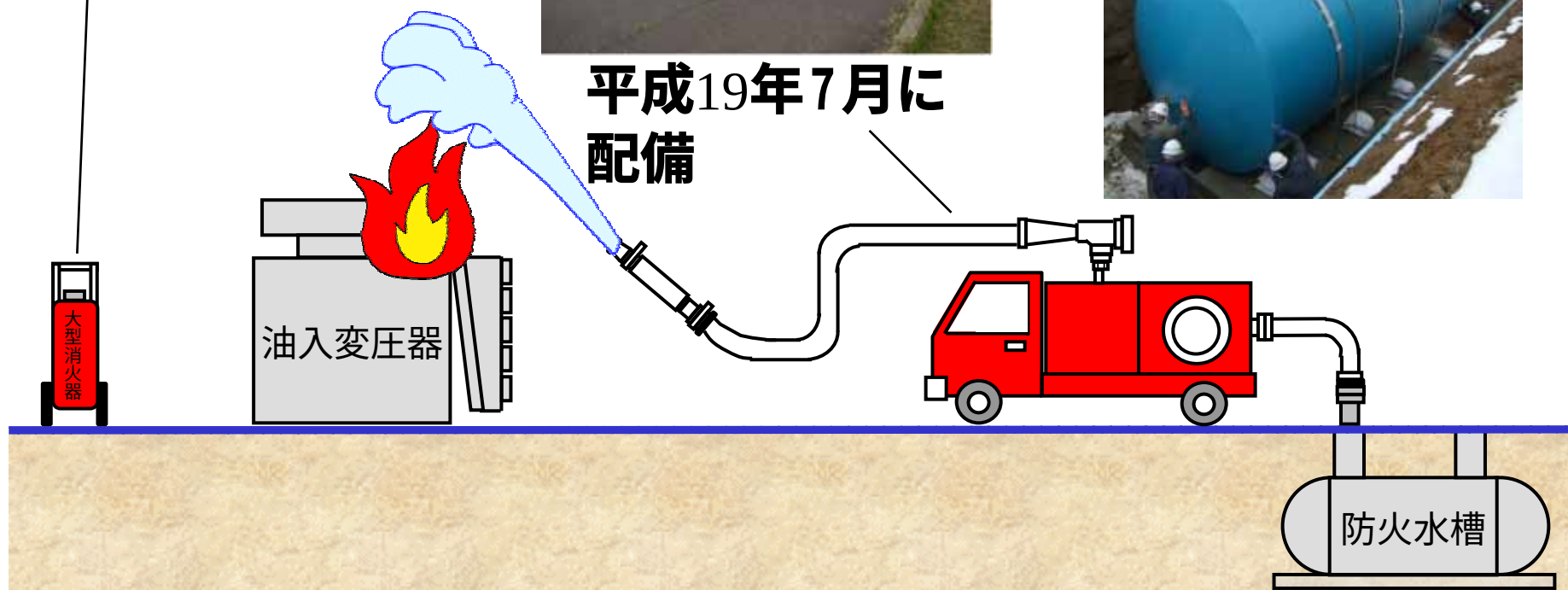
大型消火器等の 増設

167台→388台



平成19年7月に
配備

防火水槽の 設置



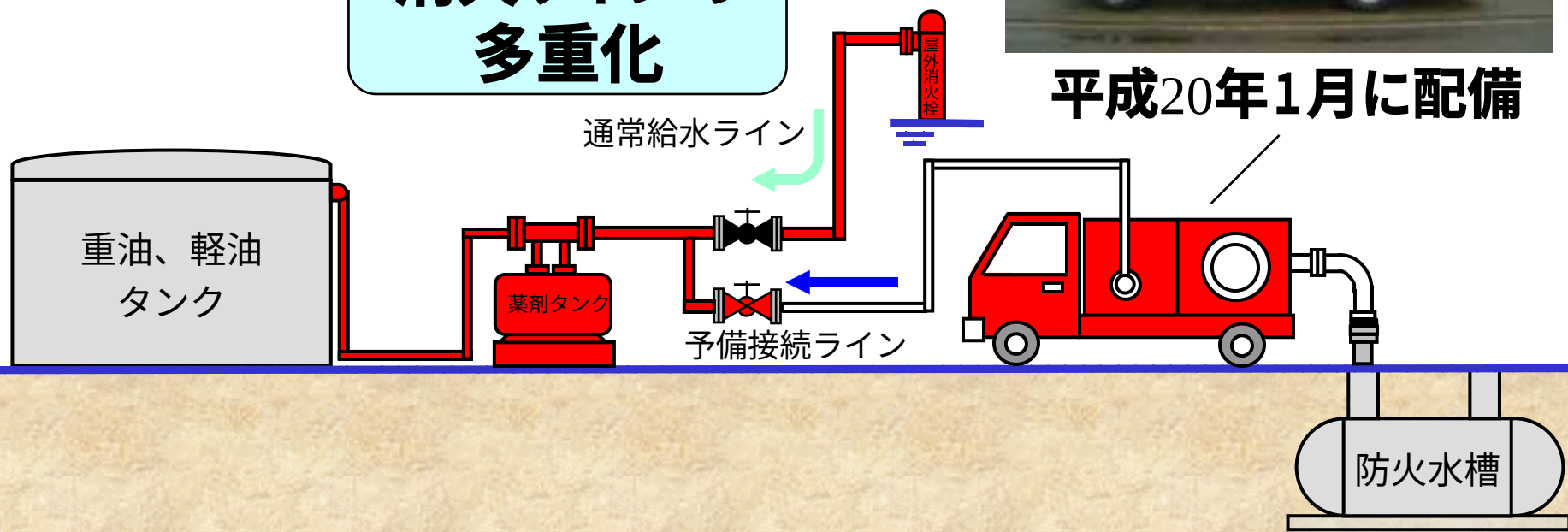
消火設備の信頼性の向上 2/3

水槽付消防ポンプ車の の配備

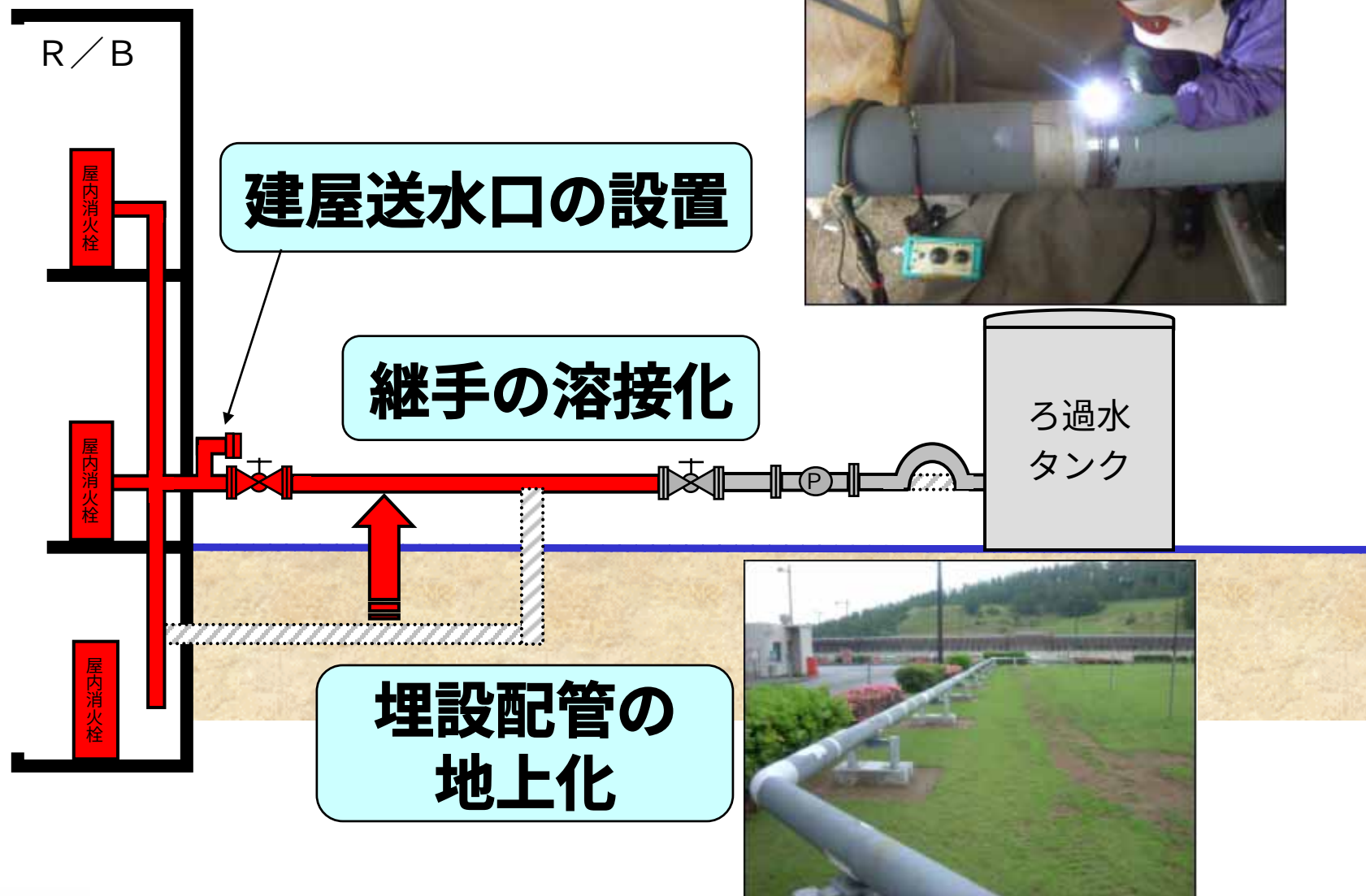


平成20年1月に配備

消火ラインの 多重化



消火設備の信頼性の向上 3/3



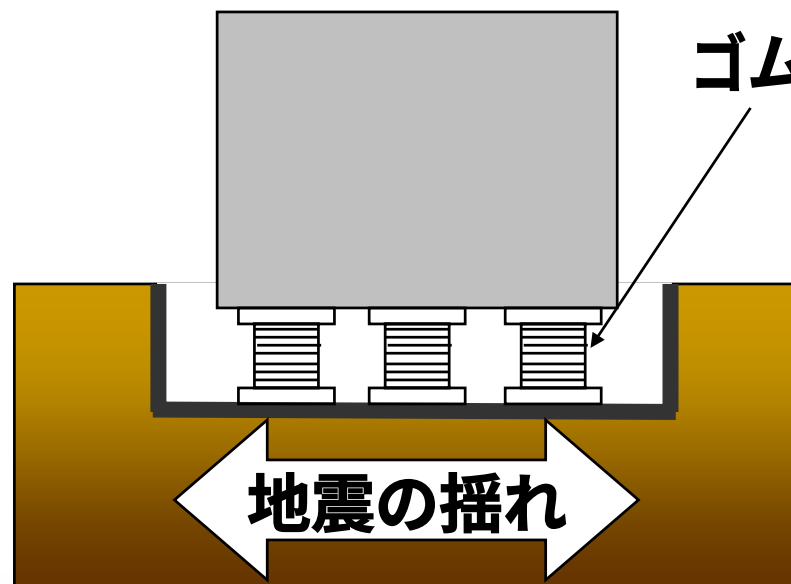
関連設備の信頼性の向上

消防署との回線確保

- 耐震性のある中央制御室に、消防署との専用回線を設置
(平成19年10月20日より開始)

緊急時対策室の耐震性確保

- 緊急時対策室を免震構造の建物に建て替え



ゴム等で揺れを吸収



当社 立川支社

情報連絡・提供の強化策

1. 情報収集装置などの信頼性向上

モニタリングデータ処理装置の耐震性向上、電源の多重化

2. 放射性物質漏えい確認体制の充実

休日・夜間の放射線計測要員確保

3. 情報収集提供の強化

国へのプラント情報の常時伝送化
現地への迅速な幹部職員などの派遣

4. 情報提供の手段と整備

多様な手段を用いた情報提供
迅速でわかりやすいプレス発表の実施

情報収集提供の強化

現地への迅速な幹部職員などの派遣

- ヘリコプターによる移動訓練を実施
(福島第二原子力発電所にて。平成19年10月22日)



- 移動手段、運用ルールを確立済

情報提供の手段の整備 1/2

広報誌、ホームページなどによる発電所情報の発信

- 当所の広報誌であるNewsアトムを発行
(地震以降、33回発行)
- テレビCM、ラジオ放送、ホームページで発電所の点検
状況などを発信



情報提供の手段の整備 1/2

緊急時のラジオ放送

- 災害時の発電所状況について、ラジオで情報発信
- FMピッカラ、BSNラジオ、FM PORTと契約



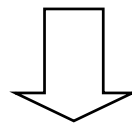
広報車の活用

- 地域の皆さまへ直接情報発信する手段として、広報車を配備



まとめ

- 変圧器の火災、放射性物質の放出等で抽出された課題について、その原因・改善策を検討
- 変圧器ケーブル部を杭基礎にするとともに、防油堤をシートで覆い、油漏れが発生しても油が土へ染み出ないように対策
- 耐震防火水槽の設置、地域ラジオ放送の活用などにより、消防および情報連絡の体制・設備の強化

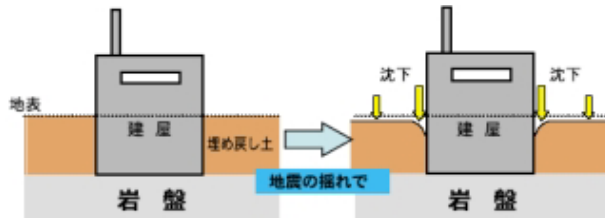


**改善策の実施により「緊急時の対応を強化」
してまいります**

- **発電所の点検・調査について**
- **中越沖地震の課題への対応について**
 - 変圧器のケーブル部基礎の復旧・油漏れへの対応
 - 消防および情報連絡・提供に係わる取り組み
- **地質調査について**
 - 進捗状況、調査結果
 - 地表面、建屋の測量結果

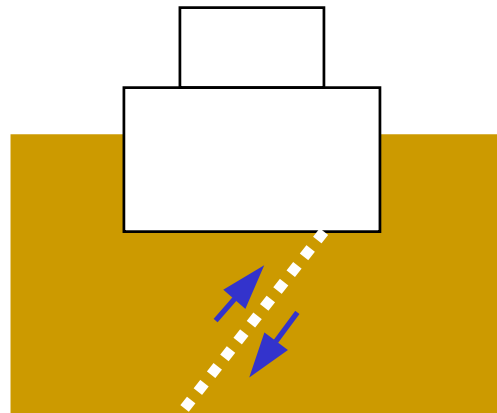
地質調査の目的

①復旧・改良工事



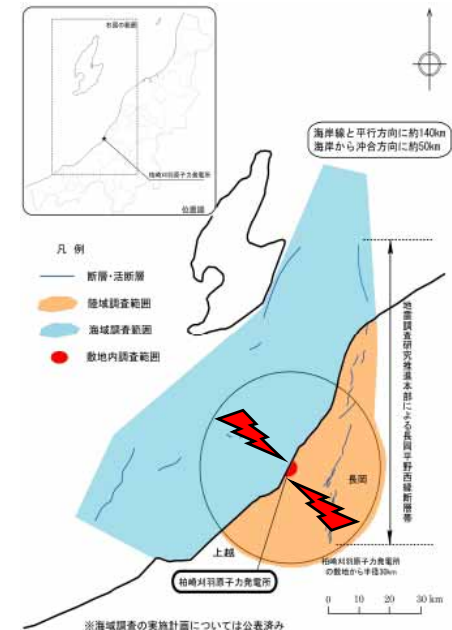
埋戻し土の沈下の原因等を調査し、復旧・改良工事に反映する

②地盤安定性の再確認



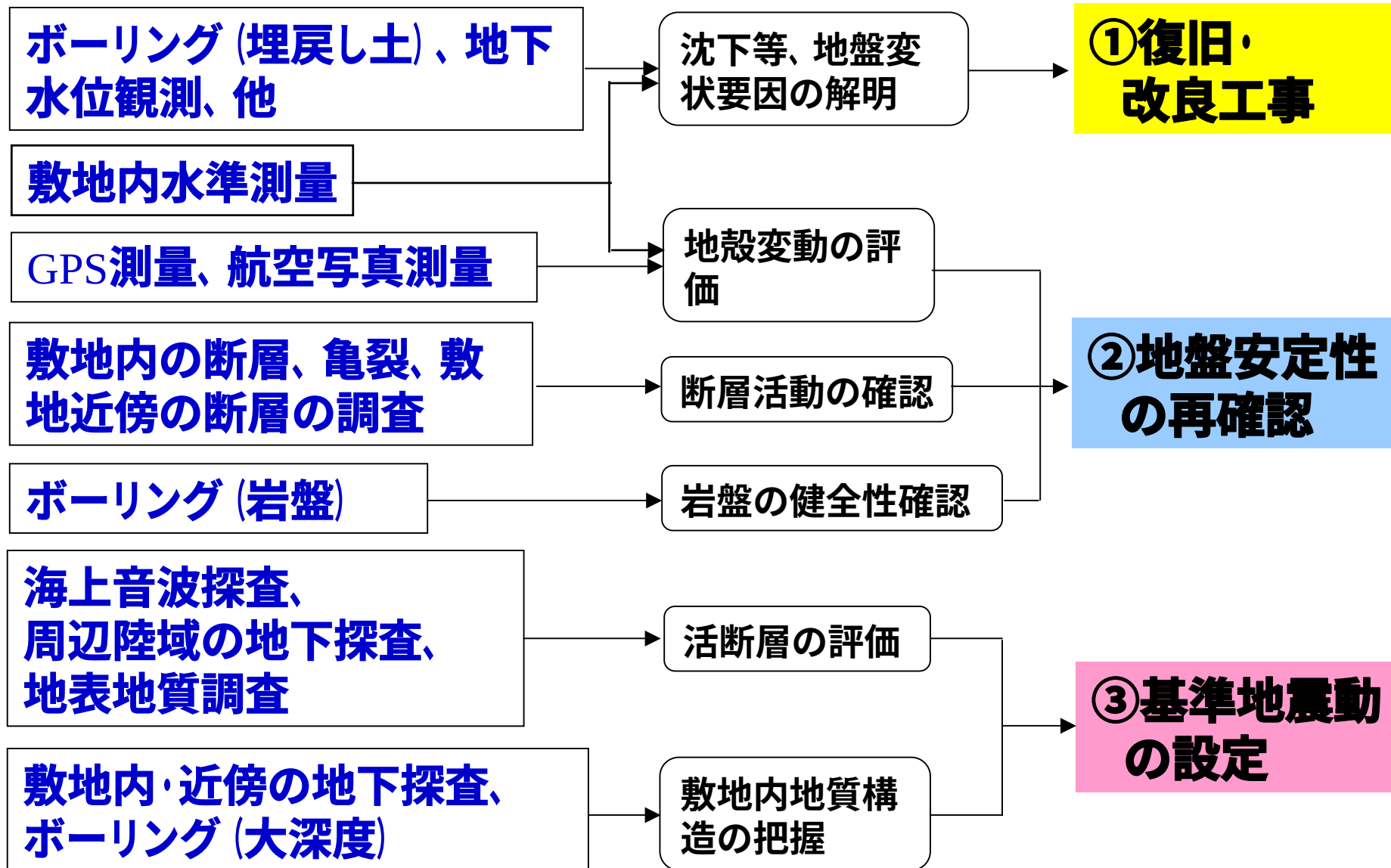
発電所構内の断層が動いたかどうかを調査し、地盤の安定性を再確認する

③基準地震動の設定



活断層の評価結果等に基づき、発電所での地震による揺れを算出する

地質調査の種類



地質調査の進捗状況

目的	調査項目	進捗率 (2/20現在)					備考
		0%	25%	50%	75%	100%	
復旧・改良工事	ボーリング (埋戻し土)						2月末まで
	地下水位観測、他						完了
	敷地内水準測量						完了
地盤安定性の再確認	GPS測量						完了
	航空写真測量						完了
	敷地内の断層の調査						3月上まで
	敷地内の亀裂の調査						完了
	敷地近傍の断層の調査						完了
	ボーリング (岩盤)						3月中まで
基準地震動の設定	海上音波探査						完了
	地下探査						3月末まで
	地表地質調査						3月上まで
	ボーリング (大深度)						完了

発電所地表面の沈下の調査結果

水準測量等による状況把握



地下水位が高い海側や、埋戻し土が厚いところ、特に建屋の周りで大きく沈下



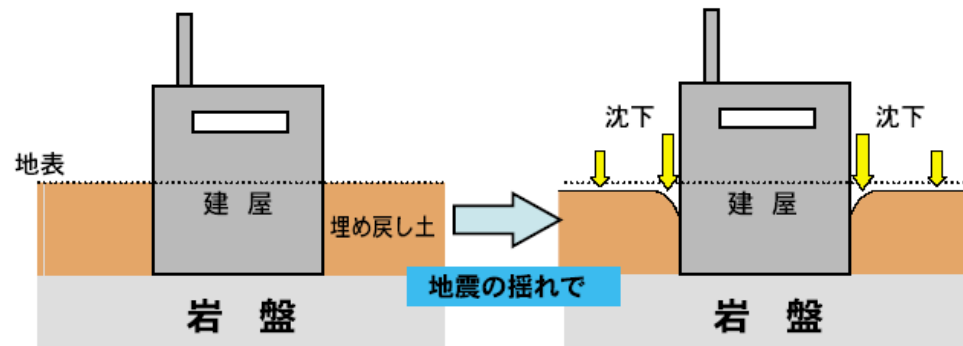
ボーリング等による原因の検討



海側では液状化が、建屋近傍では「ゆすりこみ沈下」が原因



復旧・改良工事に反映



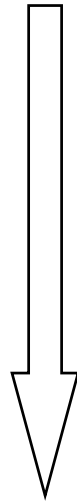
地下水位が高い海側の液状化
(1～4号機海側道路)



建屋の周辺が大きく沈下
(1号機・軽油タンク)

建屋の測量結果 1/2

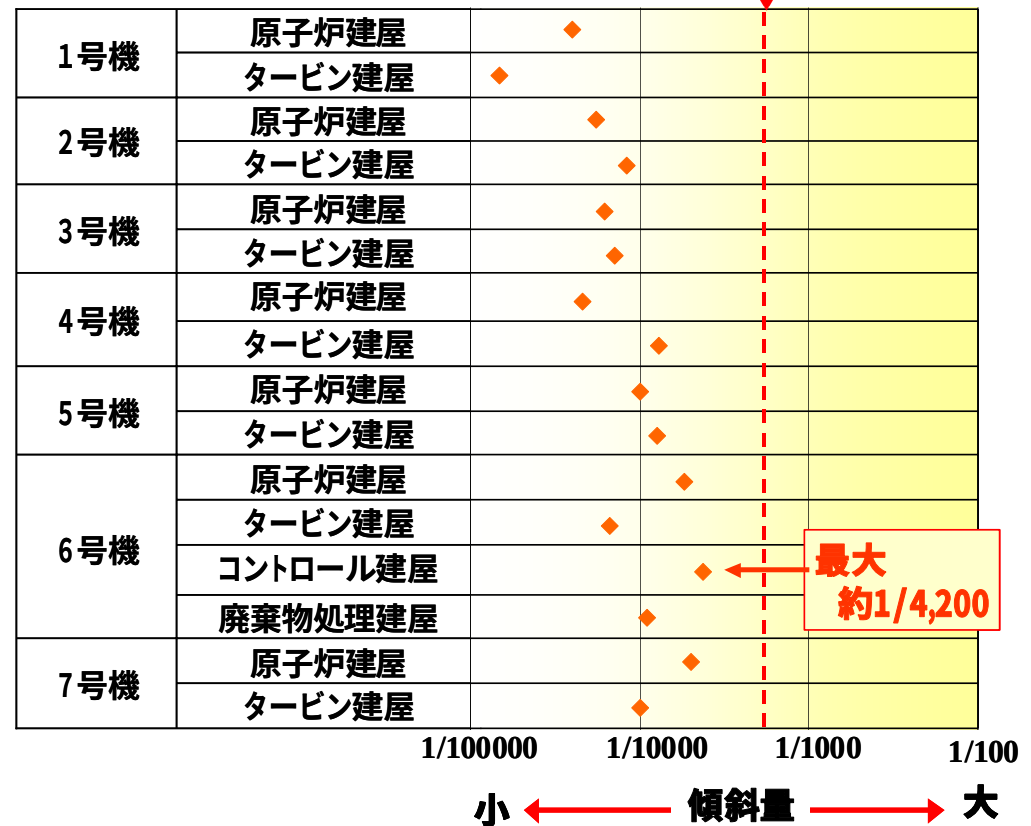
今回、国土地理院の一等水準点成果(暫定版)の使用承認を得たため、これを基に建屋レベルを再測量し、建屋の傾斜変化を評価。



地震前水準測量(平成18年5月に実施)と地震後水準測量(平成20年2月に実施)との比較

・建屋の傾斜は最大でも1/4200であり、構造上大きな影響を与えるような傾斜は生じていない。

傾斜限界値の目安(日本建築学会)
(1/2000)



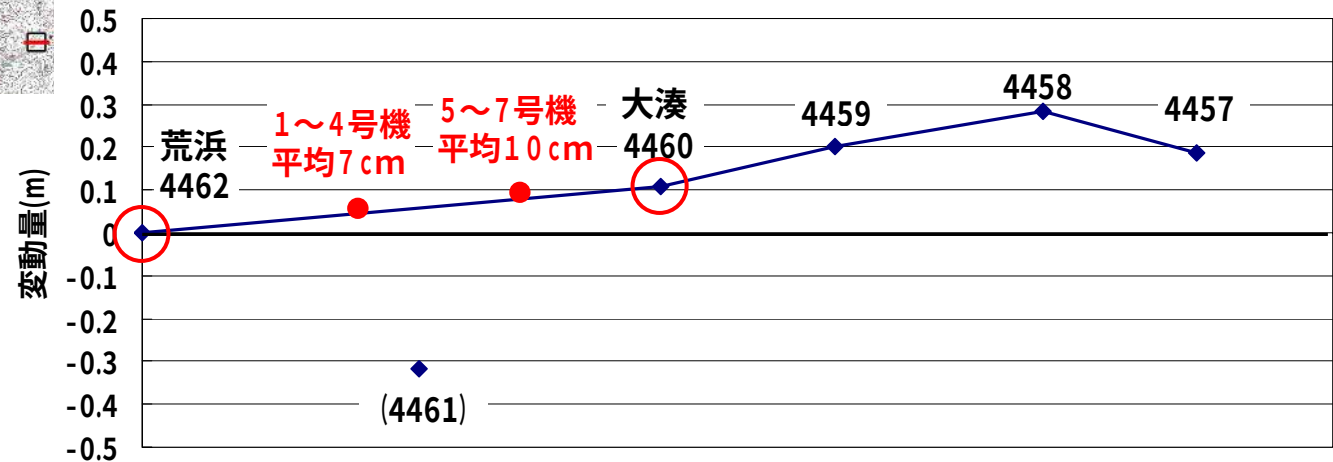
建屋の測量結果 2/2



水准点位置図

地震前後の標高としては、1～4号機側で平均約7cm、5～7号機側で平均約10cm高くなっており、国土地理院による地震後の一等水准点の変動値と概ね整合している。

地震前後の1等水准点成果の鉛直変動量

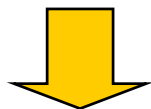


この図の作成にあたっては、国土地理院長の承認を得て、同院の技術資料である一等水准点成果(暫定成果)を使用した。

本資料の著作権は東京電力株式会社に帰属します。東京電力株式会社

発電所地表面の変状の調査

道路や芝地に亀裂が発生



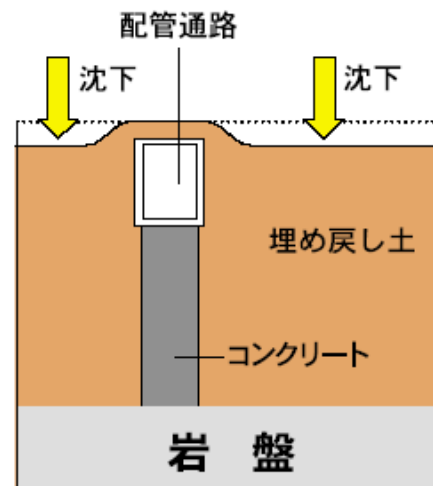
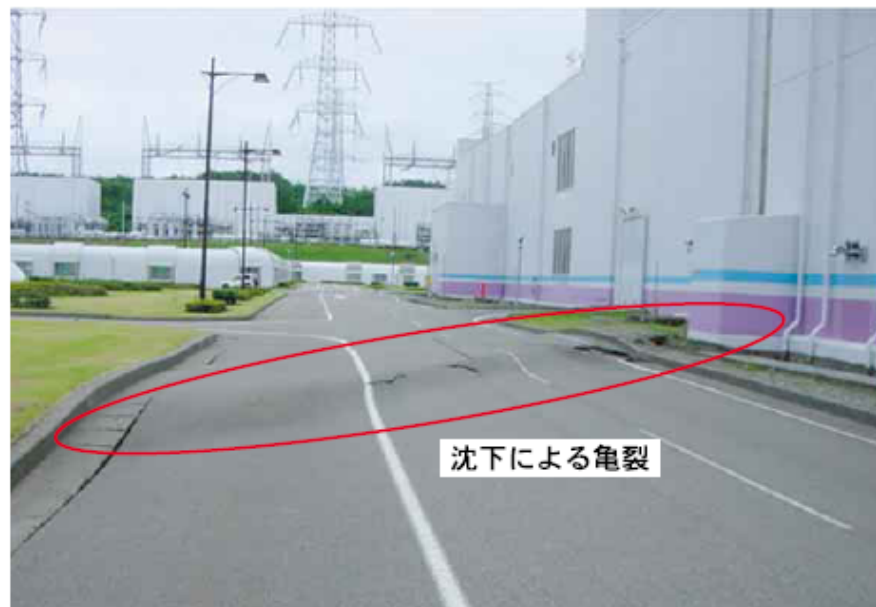
原因の調査

- ・地下構造物の調査
- ・トレンチによる亀裂の調査



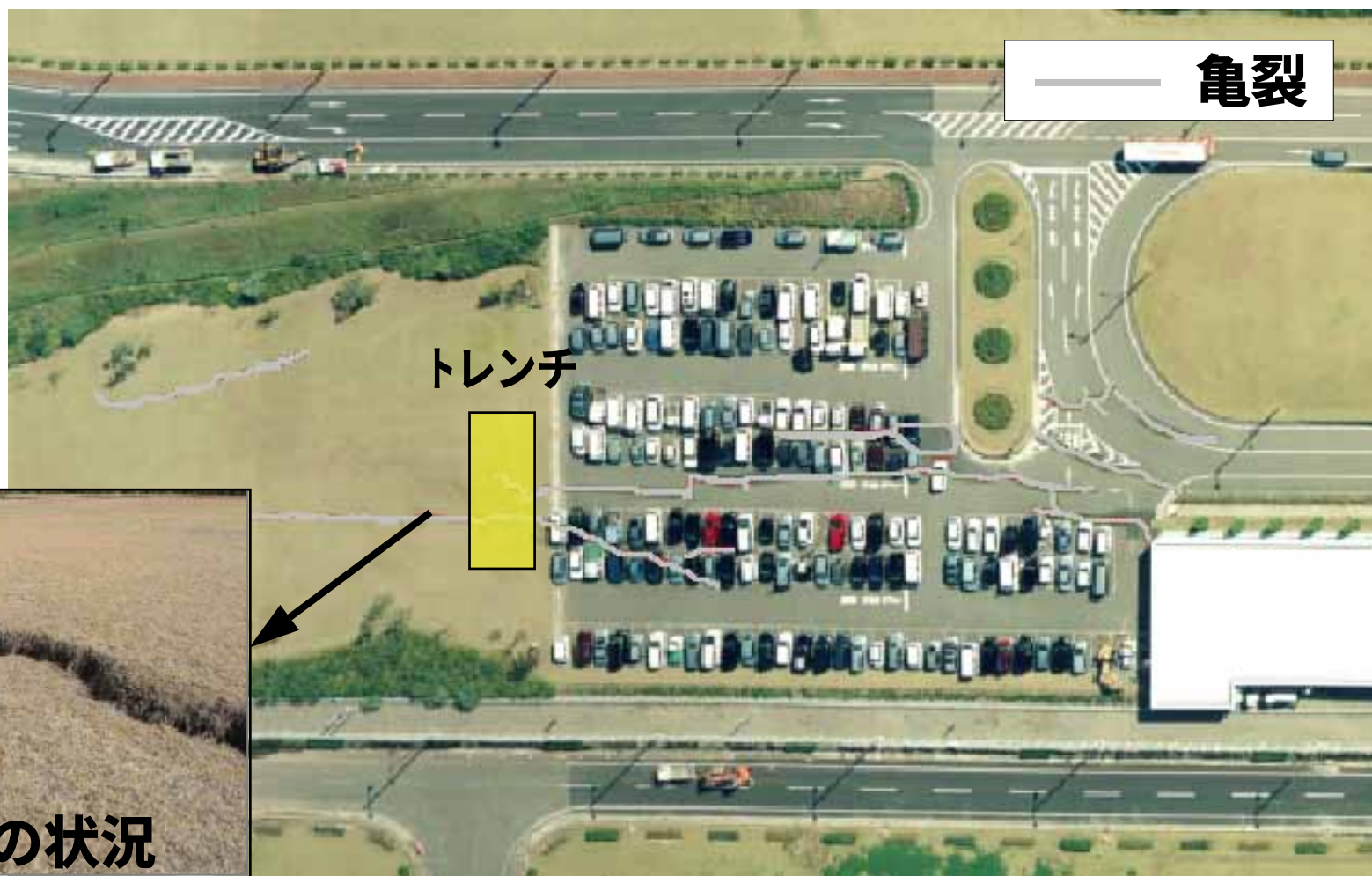
- ・地下の構造物の影響や、埋戻し土の沈下等が原因
- ・敷地内の断層との関連性はない

亀裂の例（3号機所内変圧器前道路）

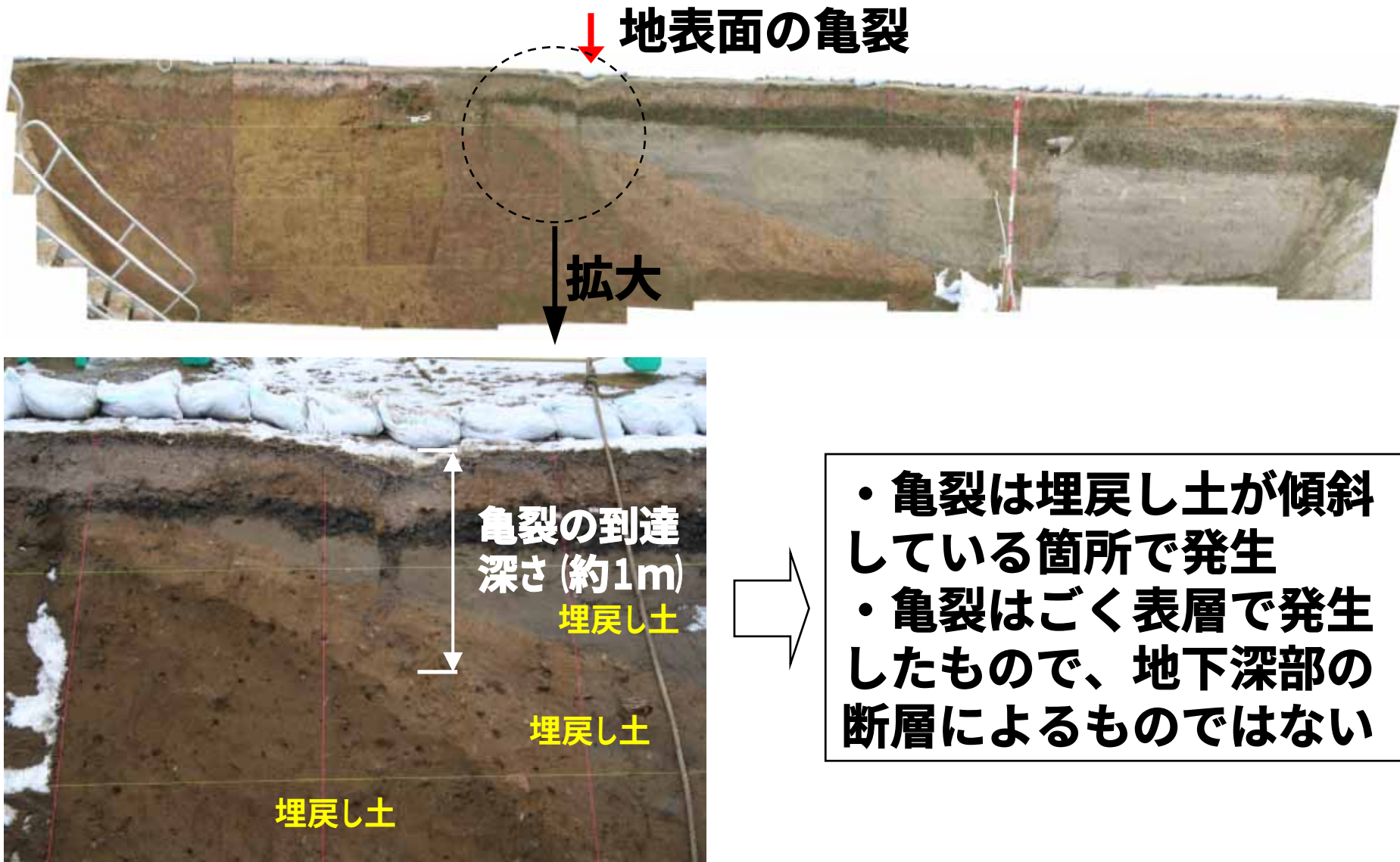


敷地内の変状の調査 1/2

1～4号機山側駐車場の亀裂の発生原因を調べるため、トレンチ調査(溝を掘って地質を確認する調査)を実施



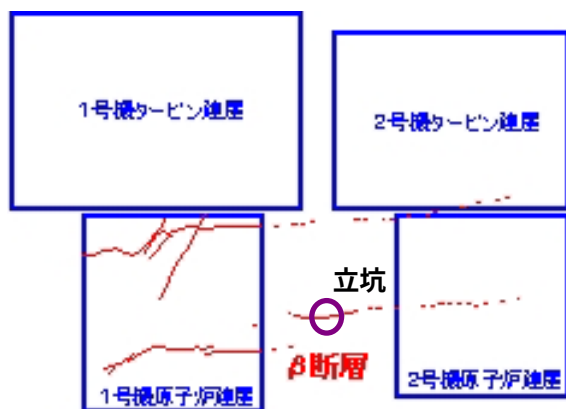
敷地内の変状の調査 2/2



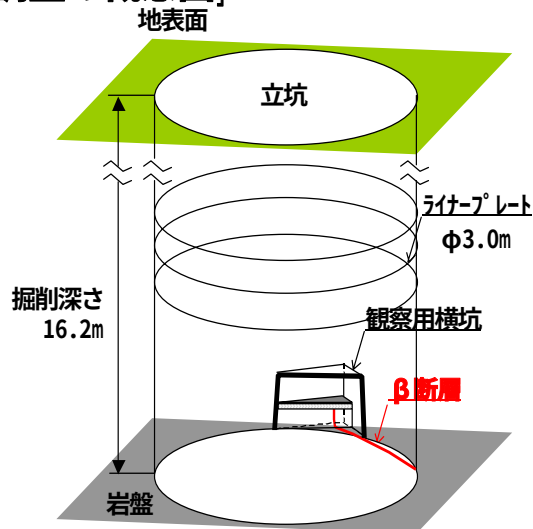
- ・ 亀裂は埋戻し土が傾斜している箇所で発生
- ・ 亀裂はごく表層で発生したもので、地下深部の断層によるものではない

敷地内の断層の調査結果

[調査位置]



[調査の概念図]



アスファルト舗装

碎石

建設時の道路

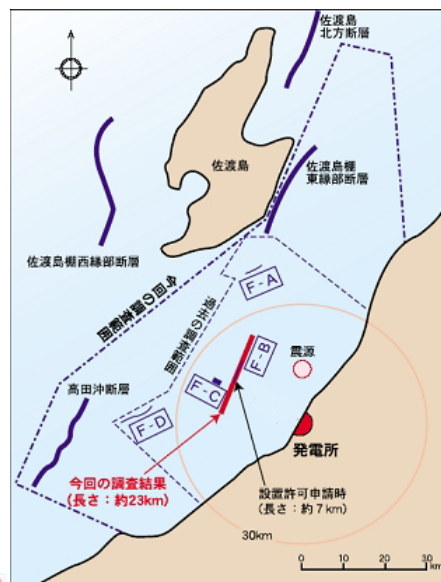
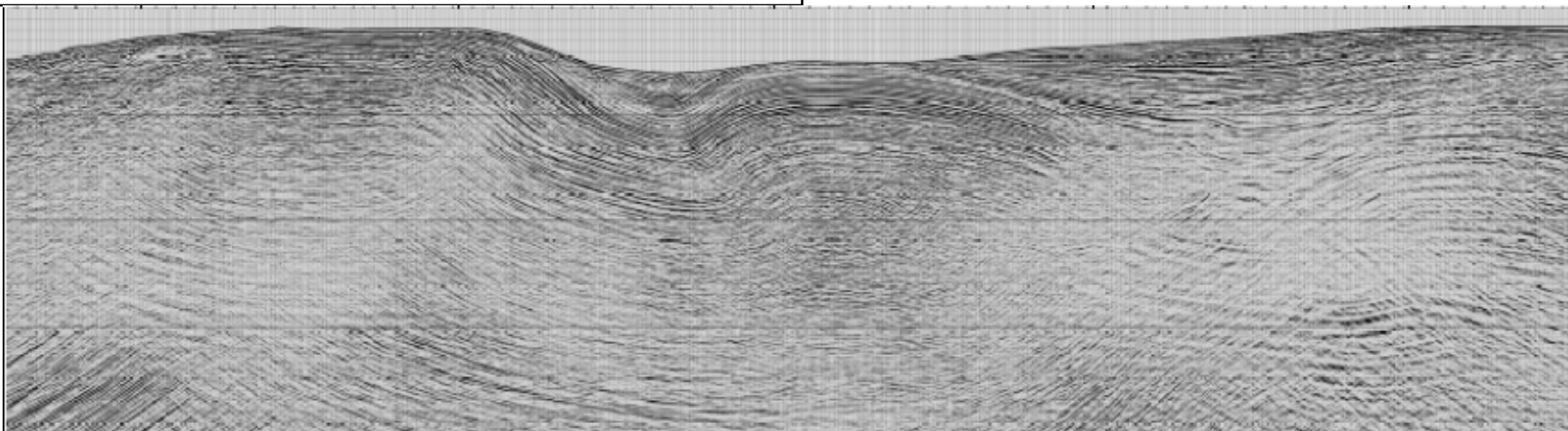
岩盤
(西山層)

上の碎石やアスファルトに変化がないことから、今回の地震によってβ断層は動いていないことを確認

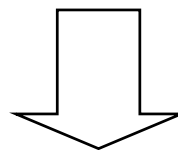
海域活断層に関する海上音波探査結果 1/2

現在、海上音波探査結果の解析を実施中

記録の範囲は深さ3000m程度



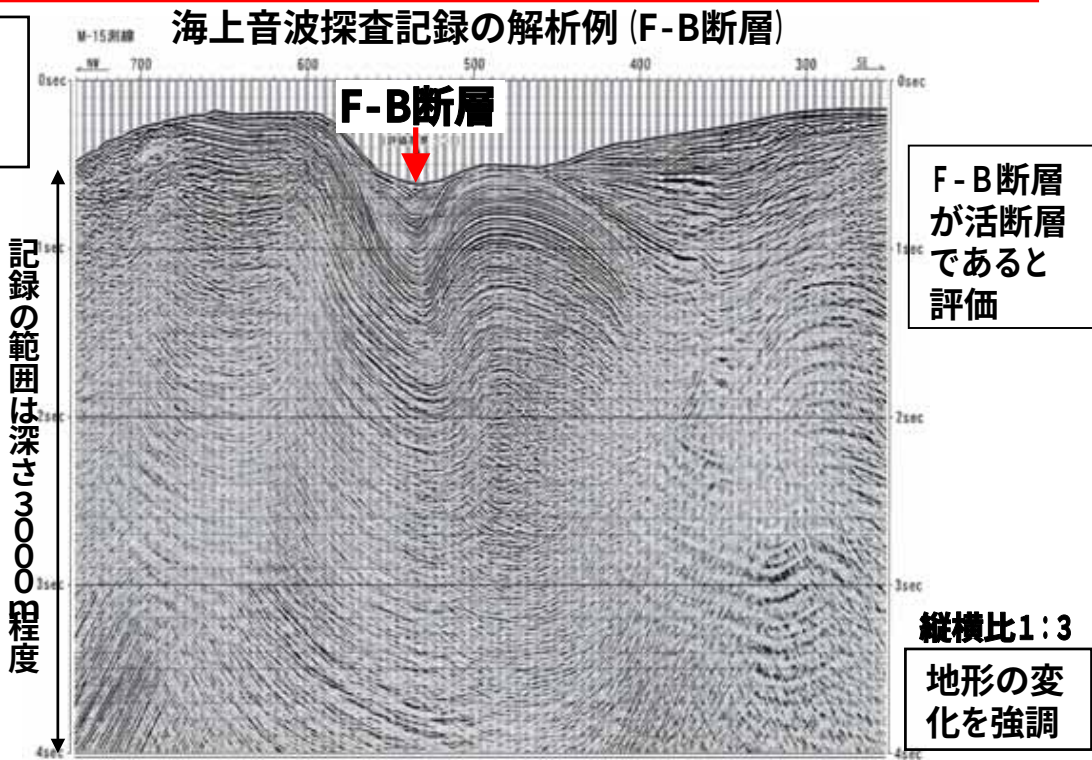
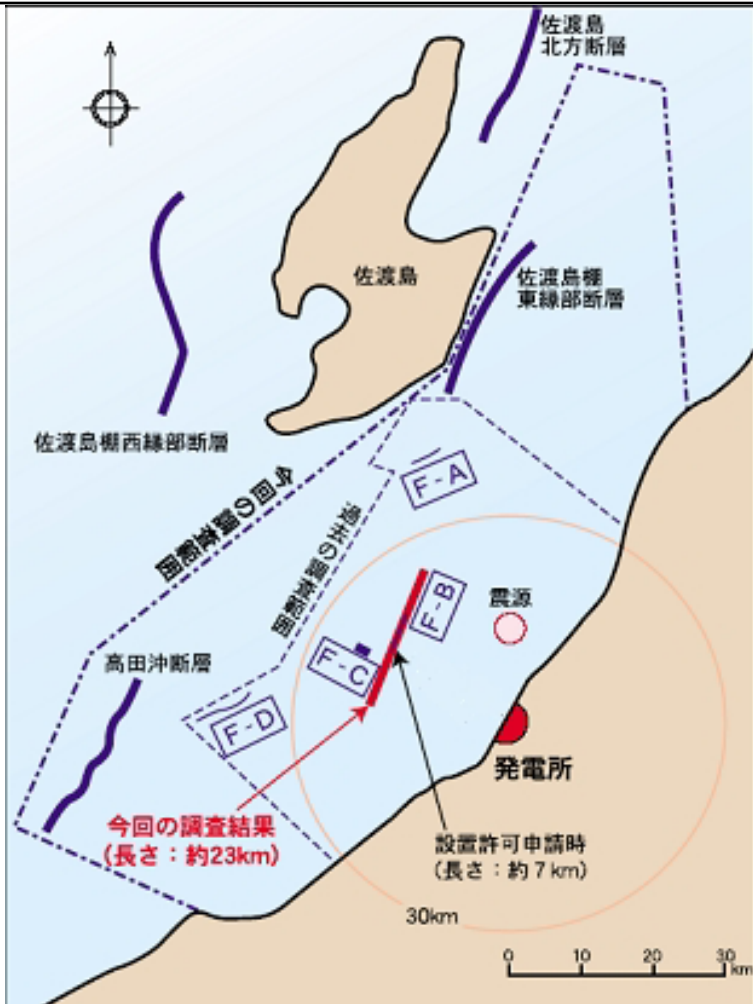
海上音波探査記録の解析例 (F-B断層)



地形の変化を強調するため、
横の縮尺を1/3に

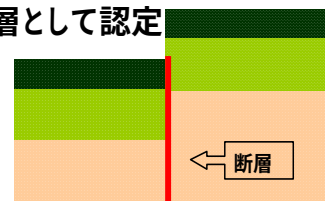
海域活断層に関する海上音波探査結果 2/2

現在、海上音波探査結果の解析を実施中



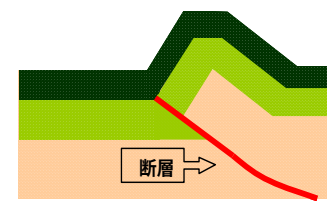
断層認定の考え方

6、7号申請時(S63)迄の知見では、主として「地層が切断されている」と考えられるものを断層として認定



断層により切断された地層

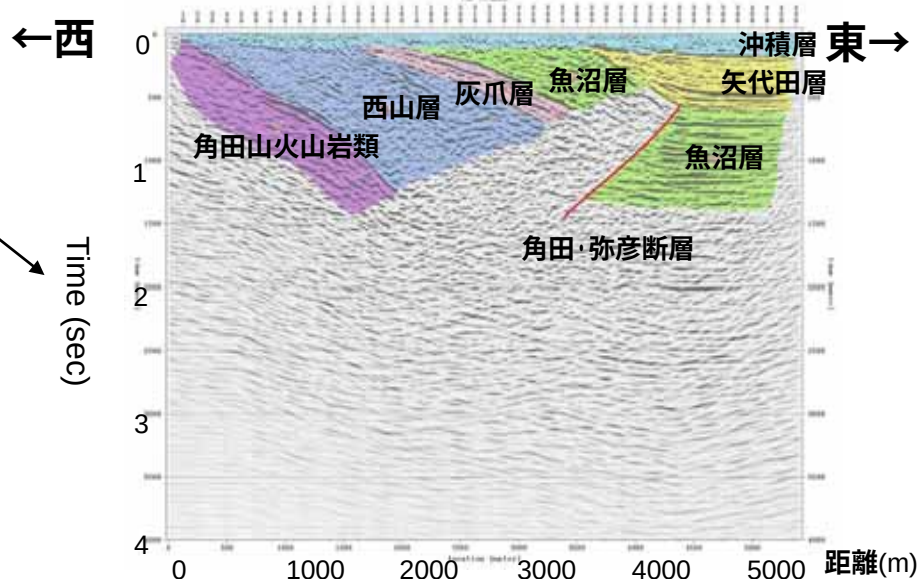
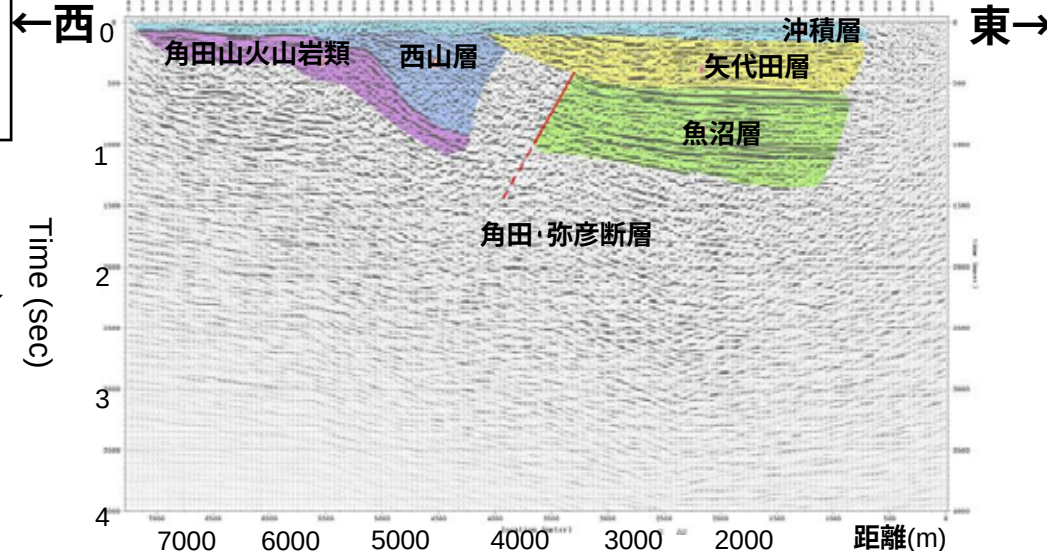
設置許可取得後、岡村論文(H12)のような考えに基づき、変形 (褶曲) についても評価



地下の断層により変形 (褶曲) した地層

長岡平野西縁断層帯に関する地下探査結果

現在、地下探査結果の解析を実施中

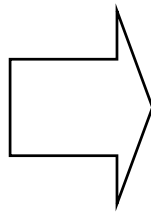


地下深部の断層の評価方法

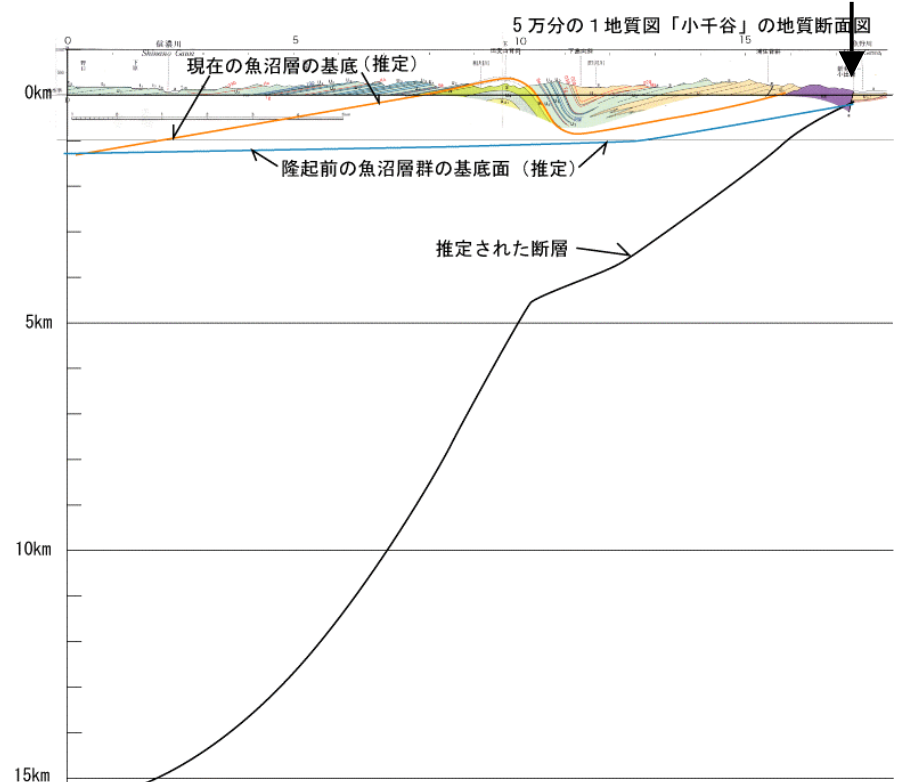
地下探査および海上音波探査により得られた深度2～3km程度までの地質構造から、解析的手法(バランス断面法)を用いて、地下深部の断層を評価

バランス断面法とは

褶曲前には地層は水平に堆積したと仮定して、深部の断層構造を推定する方法



六日町盆地西縁断層

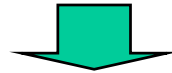


バランス断面法により、新潟県中越地震(2004)の震源断層を評価した事例

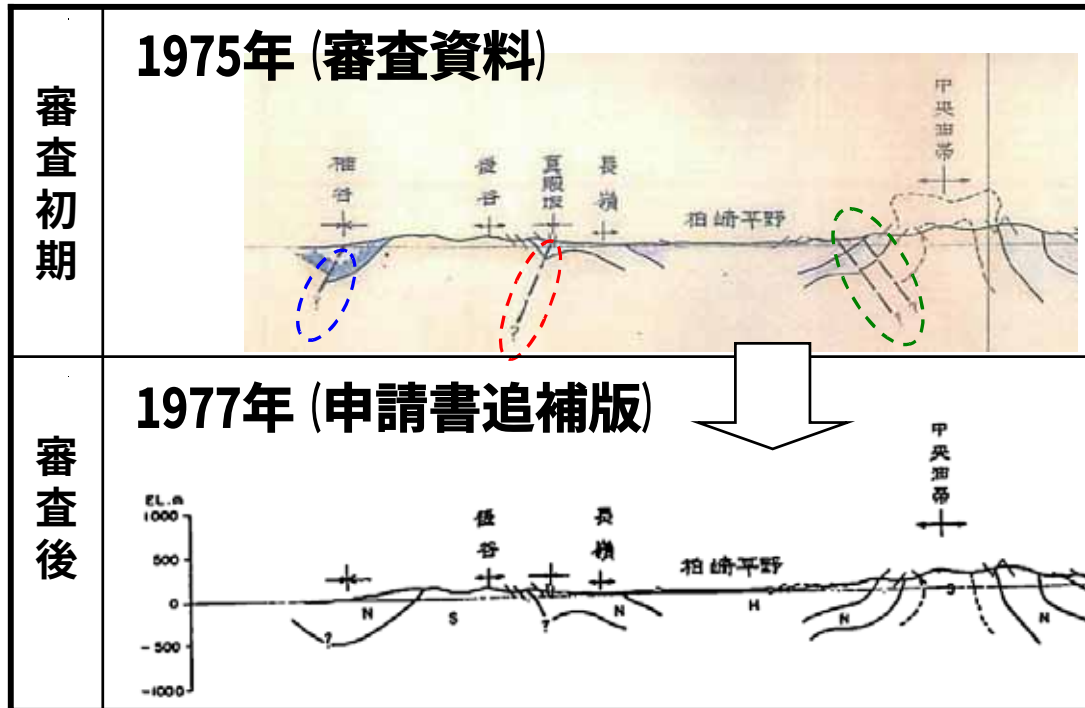
(産業技術総合研究所ホームページより抜粋)

最近のトピック

柏崎周辺には何本も活断層があるとの指摘あり。しかし、東京電力は1号機の設置許可申請に当たり、原発から一番遠い気比ノ宮断層だけを考慮し、原発の建設を国に申請した。



安全審査の過程で当時の最新の知見を反映して活断層を評価

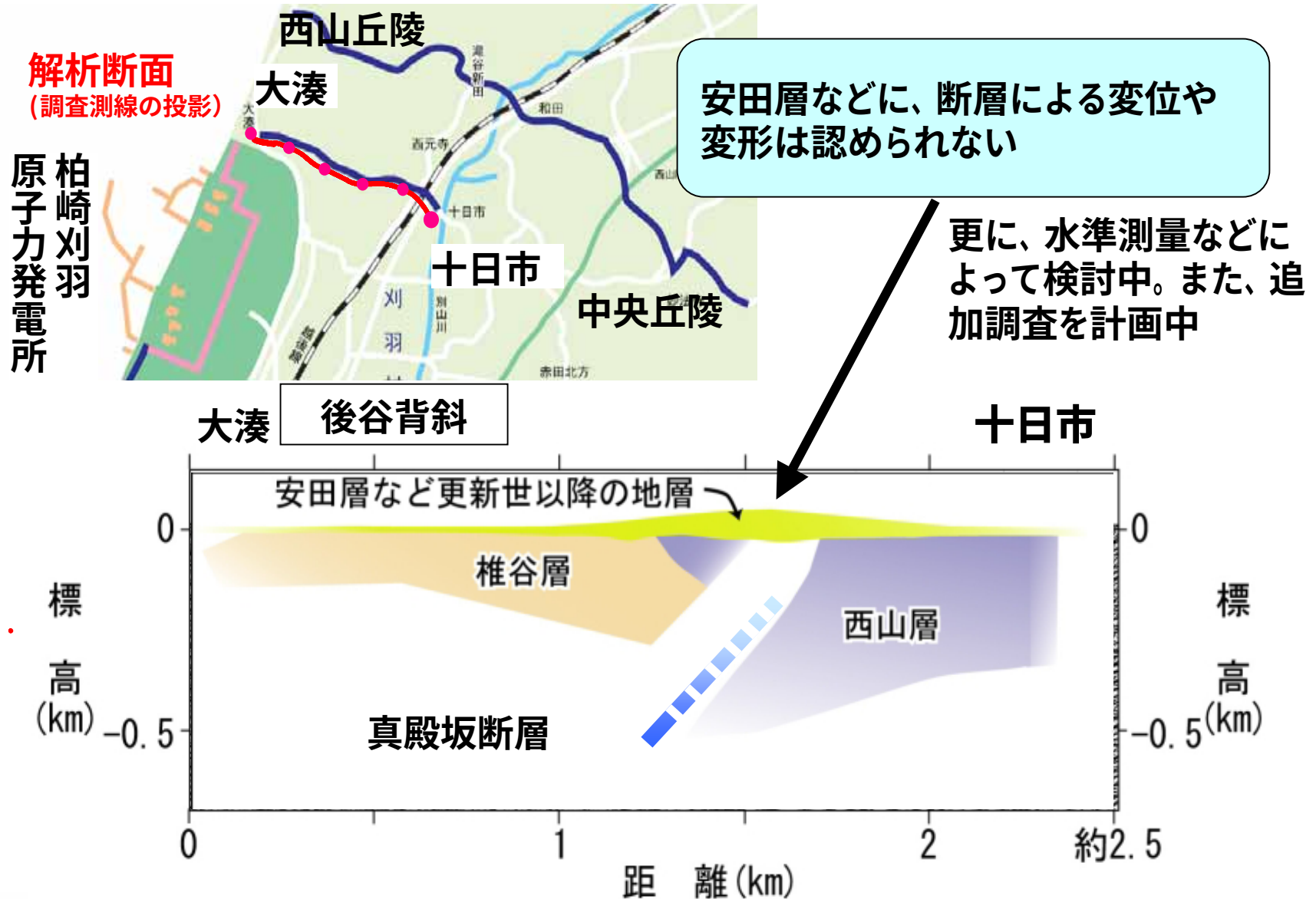


1号機の安全審査の初期の資料では、主に、1960年代の文献等に基づき、椎谷断層、真殿坂断層、中央丘陵西縁部断層を図示していた。



・1970年代の文献には、椎谷断層、真殿坂断層は活断層として図示されていない。
・椎谷断層、真殿坂断層は活断層ではないこと、中央丘陵西縁部断層の活動度は気比ノ宮断層よりはるかに小さいことが審査で確認された。
・地表地質調査結果では、これらの断層は地表部では確認できない。
以上の理由から、申請書 (追補版) にはこれらの断層は図示していない。

真殿坂断層の調査結果 (平成18年9月実施)

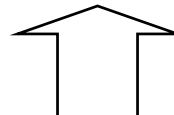


地質調査のまとめと今後の予定

- これまでの調査からは、発電所の安全上問題となるような結果は得られていない
- 現在、地質調査を実施しており、3月末には海上音波探査の最終的な評価をとりまとめる
- 敷地内の“地盤の変動”や“建屋の傾斜変化”については、国土地理院が人工衛星データなどから示している広域的な地殻変動との関係なども含めた総合的な検討が必要と考えている。
今後、追加調査を実施して、その変動が発電所の安全性に問題となるかどうかを検討する

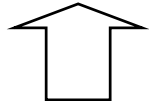
災害に強い発電所を目指して

災害に強い発電所



災害時の対応強化

災害時の課題への対策
(設備・体制の強化)



地震における消防・
情報発信などの課題

耐震安全性の確保

必要に応じた耐震補強



- ・中越沖地震の要因の解明
- ・起こり得る発電所の揺れを推定



地質調査

点検・調査、補修

発電所の点検・調査
(外観点検・機能試験、解析)



必要に応じて補修等を実施