

# 中長期ロードマップ改訂案について

平成 29 年 9 月 26 日  
廃炉・汚染水対策チーム事務局

# 中長期ロードマップ改訂案のポイント

## 1. 改訂に当たっての基本的姿勢

- (1) 安全確保の最優先・リスク低減重視の姿勢を堅持
- (2) 廃炉作業の進展に伴い現場状況がより明らかになってきたことを踏まえ、廃炉作業全体の最適化
- (3) 地域・社会とのコミュニケーションを重視・一層の強化

## 2. 今回改訂のポイント

### (1) 燃料デブリ取り出し

機構が複数の取り出し工法を比較・検討し、8月末に政府への技術提言を策定・公表

提言を踏まえ、「燃料デブリ取り出し方針」を決定  
- 気中・横工法に軸足、格納容器底部を先行  
- ステップ・バイ・ステップ(小規模から段階的に)

### (2) プール内燃料取り出し

作業の進展により、安全確保の観点から、新たに必要な作業が明確化

判明した現場状況への対応、安全確保対策の徹底・追加により慎重に作業。廃炉作業全体を最適化し、建屋周辺の環境を並行して改善。

### (3) 汚染水対策

サブドレン、海側遮水壁、凍土壁等の予防・重層対策が進展。建屋流入量は大幅低減。

予防・重層対策を適切に維持・管理し、確実に運用。凍土壁・サブドレンの一体的運用により、汚染水発生量を削減。液体廃棄物の取扱いは、現行方針を堅持。

### (4) 廃棄物対策

機構が「基本的考え方」に関する政府への技術提言を8月末に策定・公表

提言を踏まえ、「基本的考え方」を取りまとめ  
- 安全確保（閉じ込め・隔離）の徹底  
- 性状把握と並行し、先行的処理方法を選定

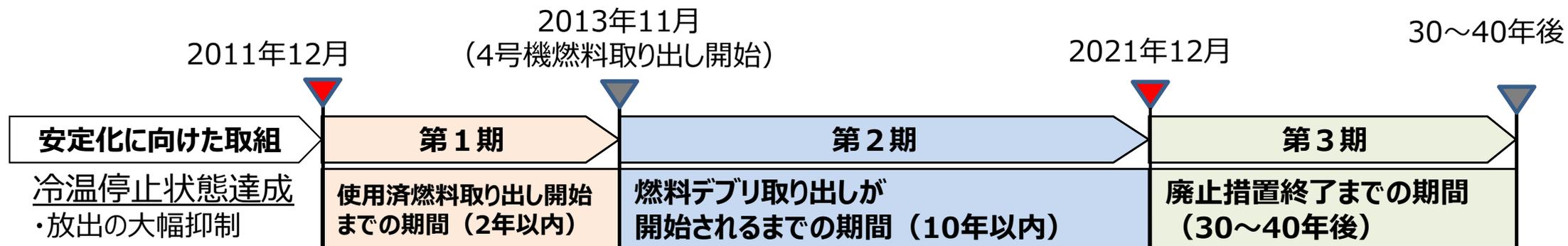
### (5) コミュニケーション

帰還・復興の進展により、より丁寧な情報発信・コミュニケーションが必要に

コミュニケーションの一層の強化。丁寧な情報発信に加え、双方向のコミュニケーションの充実。

# 目標工程（マイルストーン）

## 廃炉工程全体の枠組みは維持



## 対策の進捗状況を分かりやすく示す目標工程

<b>汚染水対策</b>	汚染水発生量を150m <sup>3</sup> /日程度に抑制	2020年内
	浄化設備等により浄化処理した水の貯水を全て溶接型タンクで実施	2018年度
	① 1, 2号機間及び3, 4号機間の連通部の切り離し	2018年内
<b>滞留水処理</b>	②建屋内滞留水中の放射性物質の量を2014年度末の1/10程度まで減少	2018年度
	③建屋内滞留水処理完了	2020年内
<b>燃料取り出し</b>	① 1号機燃料取り出しの開始	2023年度目処
	② 2号機燃料取り出しの開始	2023年度目処
	③ 3号機燃料取り出しの開始	2018年度中頃
<b>燃料デブリ取り出し</b>	①初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定	2019年度
	②初号機の燃料デブリ取り出しの開始	2021年内
<b>廃棄物対策</b>	処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見通し	2021年度頃

# (参考) 燃料デブリ取り出し方針と当面の取組

## 燃料デブリ取り出し方針

### 【前提】

- 燃料デブリの存在リスクを可能な限り早期に低減
- 現時点では不確実性が多く、今後の作業での新たな知見を踏まえ、不断の見直し

### ① ステップ・バイ・ステップのアプローチ

先行して着手すべき工法を設定の上、徐々に得られる情報に基づき、柔軟に方向性を調整。  
取り出しは小規模なものから始め、作業を柔軟に見直しつつ、段階的に取り出し規模を拡大

### ② 廃炉作業全体の最適化

準備工事から取り出し工事、搬出・処理・保管及び後片付けまで、全体最適化を目指した総合的な計画として検討。

### ③ 複数の工法の組み合わせ

単一工法を前提とせず、部位に応じた最適な取り出し工法を組み合わせ  
(格納容器底部には横からアクセス、圧力容器内部には上からアクセスすることを前提に検討)

### ④ 気中工法に重点を置いた取組

止水の難易度と作業時の被ばく量を踏まえ、現時点では冠水工法が難しく、気中工法に軸足。  
※冠水工法については、遮へい効果等の利点を考慮し、将来改めて検討の対象とすることも視野。

### ⑤ 原子炉格納容器底部に横からアクセスする燃料デブリ取り出しの先行

各号機ともに、格納容器底部及び圧力容器内部の両方に燃料デブリは存在。  
取り出しに伴うリスク増加を最小限とし、迅速にリスクを低減するため、以下を考慮し、格納容器底部・横を先行

- ① 格納容器底部へのアクセス性が最もよく、内部調査で知見が蓄積、
- ② より早期に開始出来る可能性、③ 使用済燃料の取り出し作業と並行し得ること

## 燃料デブリ取り出し方針を踏まえた当面の取組

### ● 予備エンジニアリングの実施

取り出し作業の前段階として、これまでの研究開発成果の現場適用性を確認し、実際の作業工程を具体化。  
基本設計からの手戻りの最小化を図る。

### ● 内部調査の継続的な実施と研究開発の加速化・重点化

より詳細な格納容器内部調査、圧力容器内部調査工法の開発。  
また、横アクセス実現のため、作業現場の放射線量低減や放射性物質閉じ込め機能を確保する技術を確立。

2017年10月4日

東京電力ホールディングス株式会社

## 委員ご質問への回答

### <高桑委員>

Q. 国土交通省北陸地方整備局が、地盤の性質として液状化しやすい傾向を示したものとして「新潟県内の液状化しやすさマップ」を公表しています。

その図によると、荒浜側敷地、大湊側敷地共に危険度3(0~4の5段階評価)であり、両敷地内に液状化履歴がいくつも印されています。危険度については「多くの推定を含む大まかな傾向を示している」とありますが、“危険度3”は「強い地震に見舞われたり、地震時に地下水位が一時的に上昇したような場合、条件次第では液状化3条件を満たすと考えられる範囲」と説明されています。敷地の液状化に関して2点質問します。

Q1. 中越沖地震の際、両敷地内の状況(沈下、亀裂、噴砂の様子など)はどの様だったのですか

A1.

- 2007年の中越沖地震のときの状況については、審査会合(2017.2.14)にてご説明した資料がありますので、別紙を参照願います。
- 敷地内の地盤変状として、地盤鉛直変動、亀裂・噴砂について図、写真とあわせて示しています。

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉

液状化影響の検討方針について  
(耐震)

## 11.5 新潟県中越沖地震の地盤変状

### (1) 敷地周辺の被災状況

2007年7月16日に発生した新潟県中越沖地震の被災状況について、土木学会は調査団を派遣し、報告書「2007年新潟県中越沖地震の被害とその特徴」をまとめている。以下にその概要を示す。

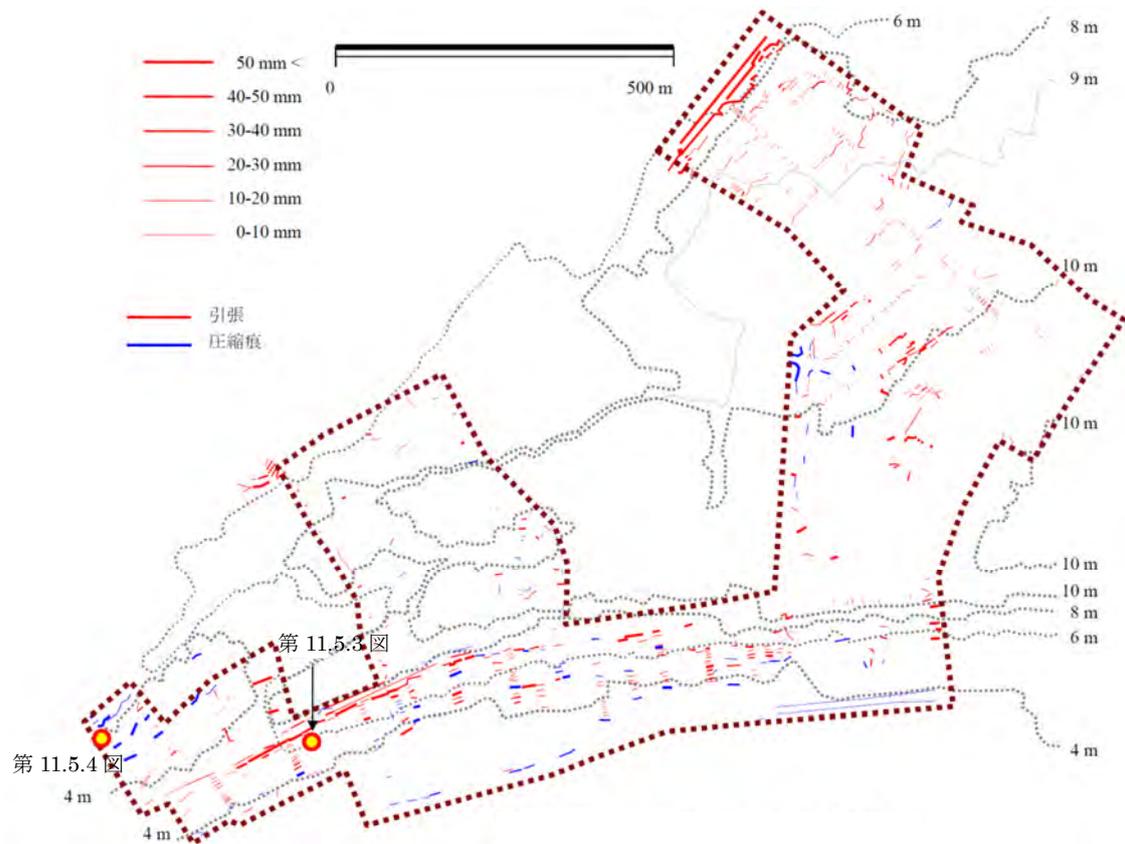
第11-11-25図は、2007年の柏崎とその周辺の衛星写真と1912年（明治45年）当時の地形図とを比較したものである。1912年の地形図には日本海側に連続する砂丘が示されている。当該部分において道路亀裂調査を実施（第11-11-26~28図）しており、一般に道路の亀裂の密度は道路幅や舗装厚さの影響を受け必ずしも下位の地盤の変状を直接表すものではないが、亀裂の大きさや密度が大きい部分で地盤変状が顕著であることが推測できるとし、これらの亀裂は砂丘斜面が低い部分に向かってわずかながら移動したことを示す痕跡と捉えられると考察している。

第11-11-29図は柏崎市の北東部の鯖石川下流の1912年と2007年の状況を比較したものである。かつての鯖石川は下流部に向かって次第にその周期を長くするような蛇行が発達しており、この旧河道に沿って地盤変状と被害（例えば、旧三日月湖跡の道路被害（第11-11-30図）等）が目立っているとしている。

第11-11-32図は、柏崎市と刈羽村を中心に、液状化によって宅地の被害が集中した地区を示したものである。鯖石川氾濫原と旧河道及び荒浜新砂丘後背地で液状化が著しかった。この地域は1964年の新潟地震でも液状化の被害を蒙り、2004年新潟県中越地震によっても深刻な被害を受けた家屋が多かったとしている。



第11-11-25図 1912年頃の柏崎（左）と2007年の柏崎（右）  
（土木学会（2010）に一部加筆）



第 11-11-26 図 柏崎市街地の舗装道路に現れた亀裂  
 (土木学会 (2010) に一部加筆)



第 11-11-27 図 砂丘肩部分に現れた亀裂開口  
 (土木学会 (2010) に一部修正)



第 11-11-28 図 砂丘麓部分の圧縮痕  
 (土木学会 (2010) に一部修正)



第 11-11-29 図 鯖石川下流部分の 1912 年（上）と 2007（下）の状況  
（土木学会（2010）に一部加筆）



第 11-11-30 図 旧三日月湖跡の道路被害  
（土木学会（2010））



第 11-11-31 図 河道沿いの道路被害  
（土木学会（2010））

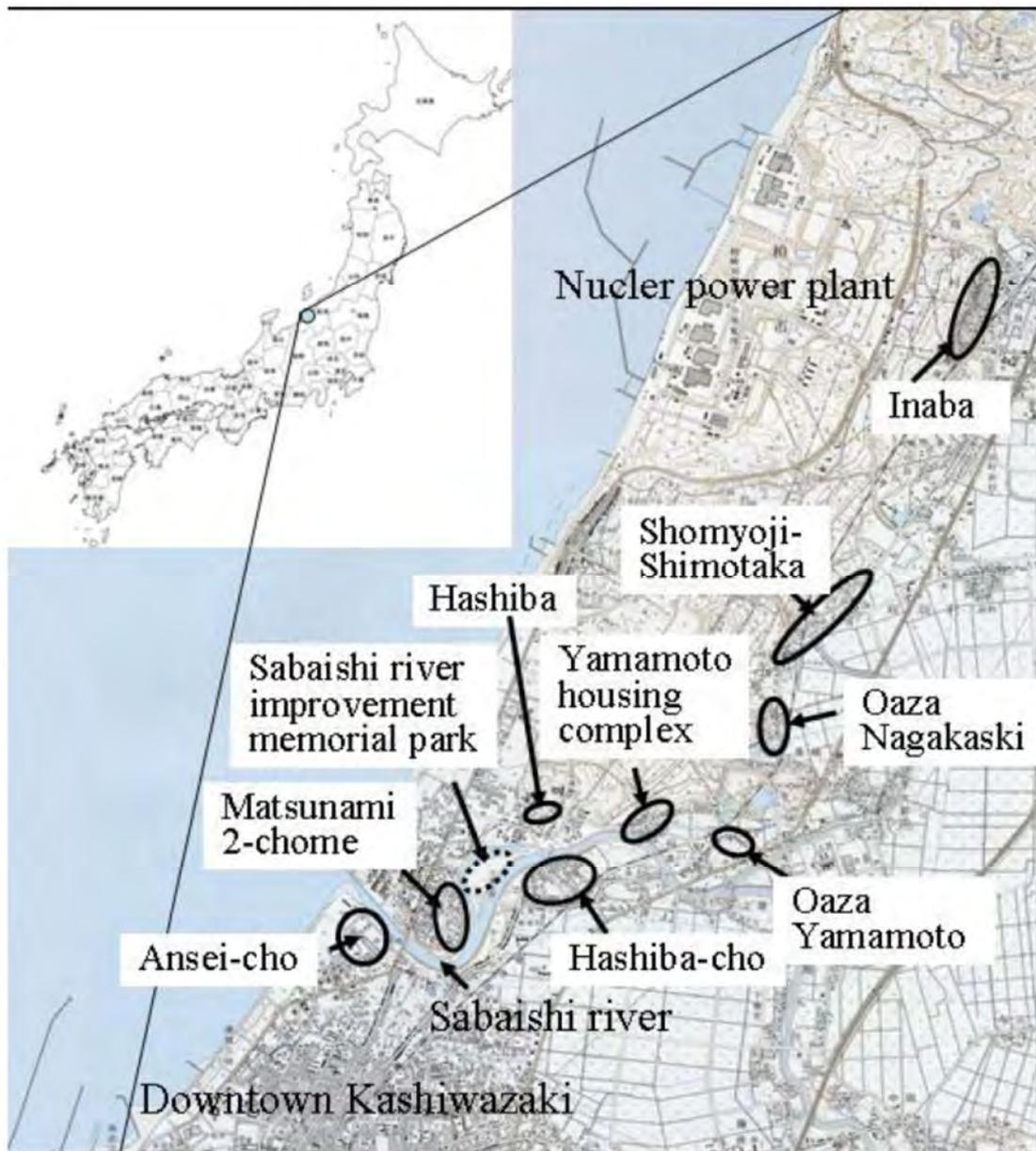


図 11-11-32 図 液状化被害が集中した主な住宅地域  
(土木学会 (2010))

## (2) 敷地内の地盤変状

2007年7月16日に発生した新潟県中越沖地震における敷地内の地盤変状について、地震前後に撮影された航空写真測量データに基づき作成した図のうち、第11-11-33図及び第11-11-34図に地盤鉛直変動、第11-11-35図及び第11-11-36図に亀裂・噴砂位置を示す。亀裂及び噴砂が発生している状況を拡大した航空写真の一例を、第11-11-37図に示す。

### a) 地盤鉛直変動

荒浜側における特徴的な地盤変状としては、1号炉海水機器建屋近傍で最大で約1.6mの沈下が確認されている。海側エリアにおいては、3m盤と5m盤の段差位置におけるブロック積み擁壁の損傷によって顕著な沈下が確認されている。

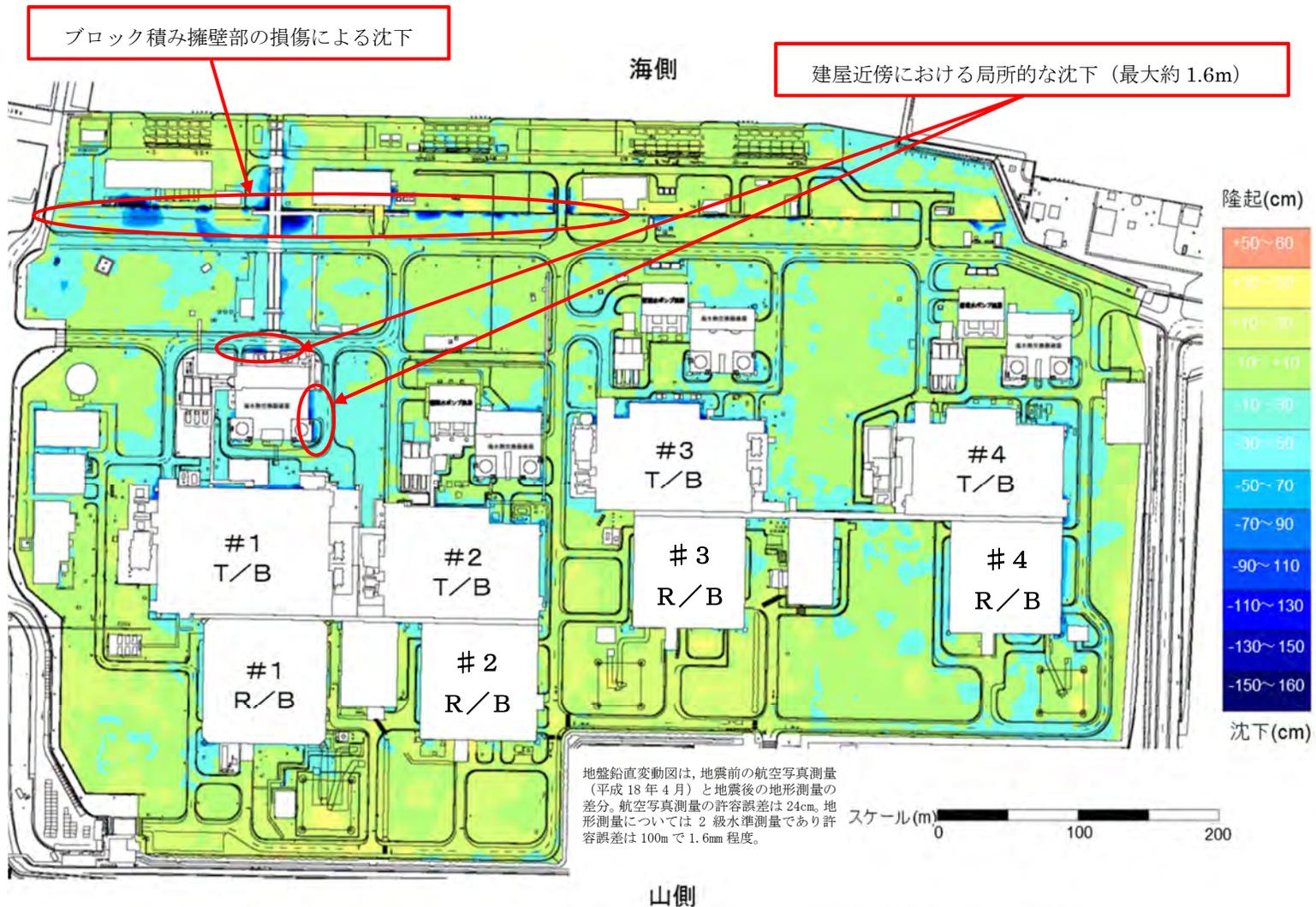
大湊側における特徴的な地盤変状としては、5号炉海水熱交換機器建屋近傍で最大約1.0mの沈下が確認されている。6号及び7号炉の原子炉建屋及びタービン建屋周囲の地下部分は連続地中壁で囲まれており、荒浜側のような埋戻土がないため、これらの建屋周辺地盤では顕著な沈下はなかった。海側エリアにおいては、荒浜側ほどの顕著な沈下はなかった。

建屋近傍や段差個所等の局所的な沈下を除けば、沈下量は荒浜側、大湊側ともに最大で0.3～0.5m程度であった。

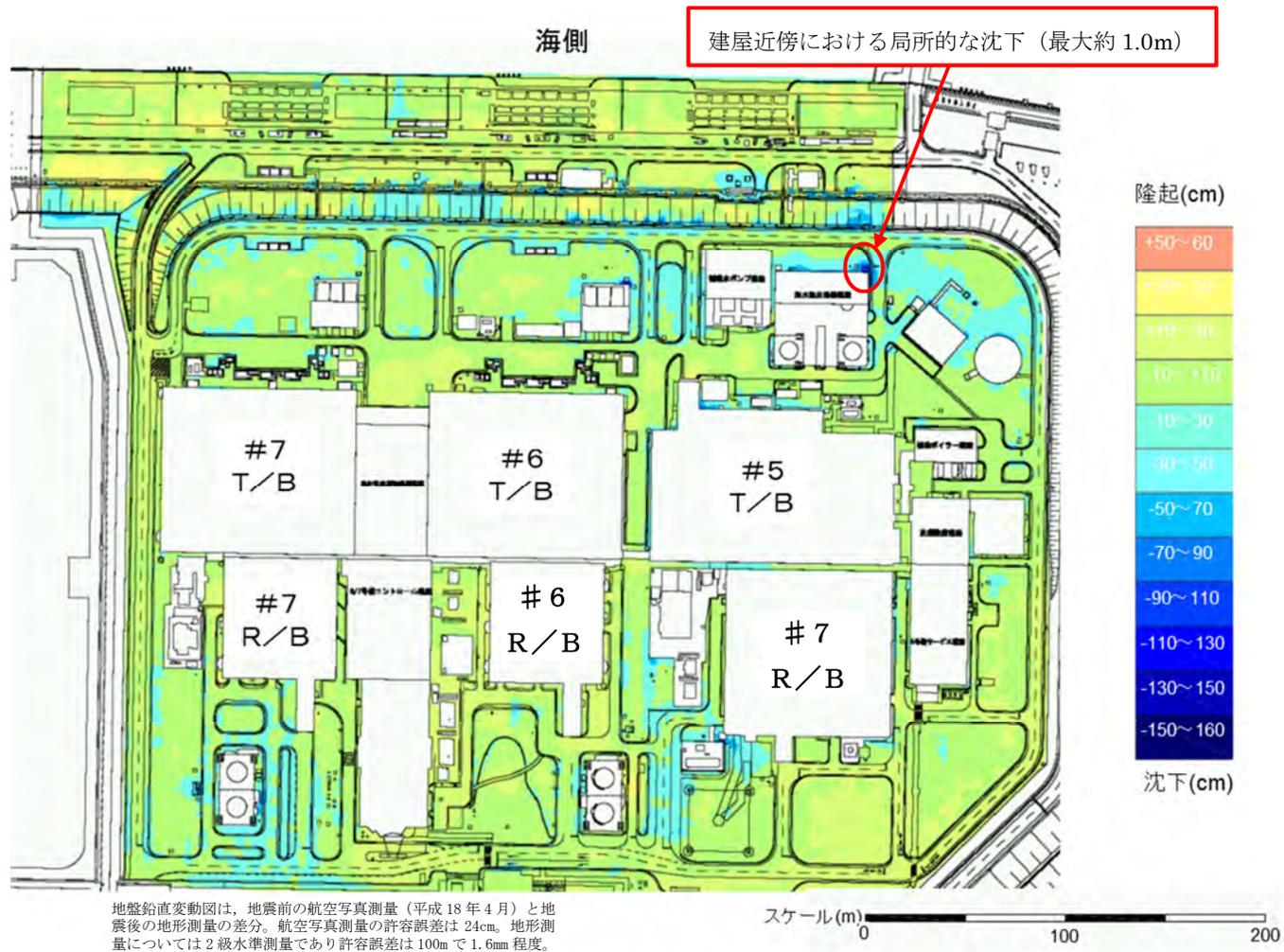
### b) 亀裂・噴砂

噴砂は荒浜側では海側エリアに多くが確認されており、大湊側では敷地山側の駐車場付近に確認されている。海側エリアでは護岸のはらみ出しが確認されており、地下水位以下にある飽和した埋戻土層の液状化に起因するものと考えられる。

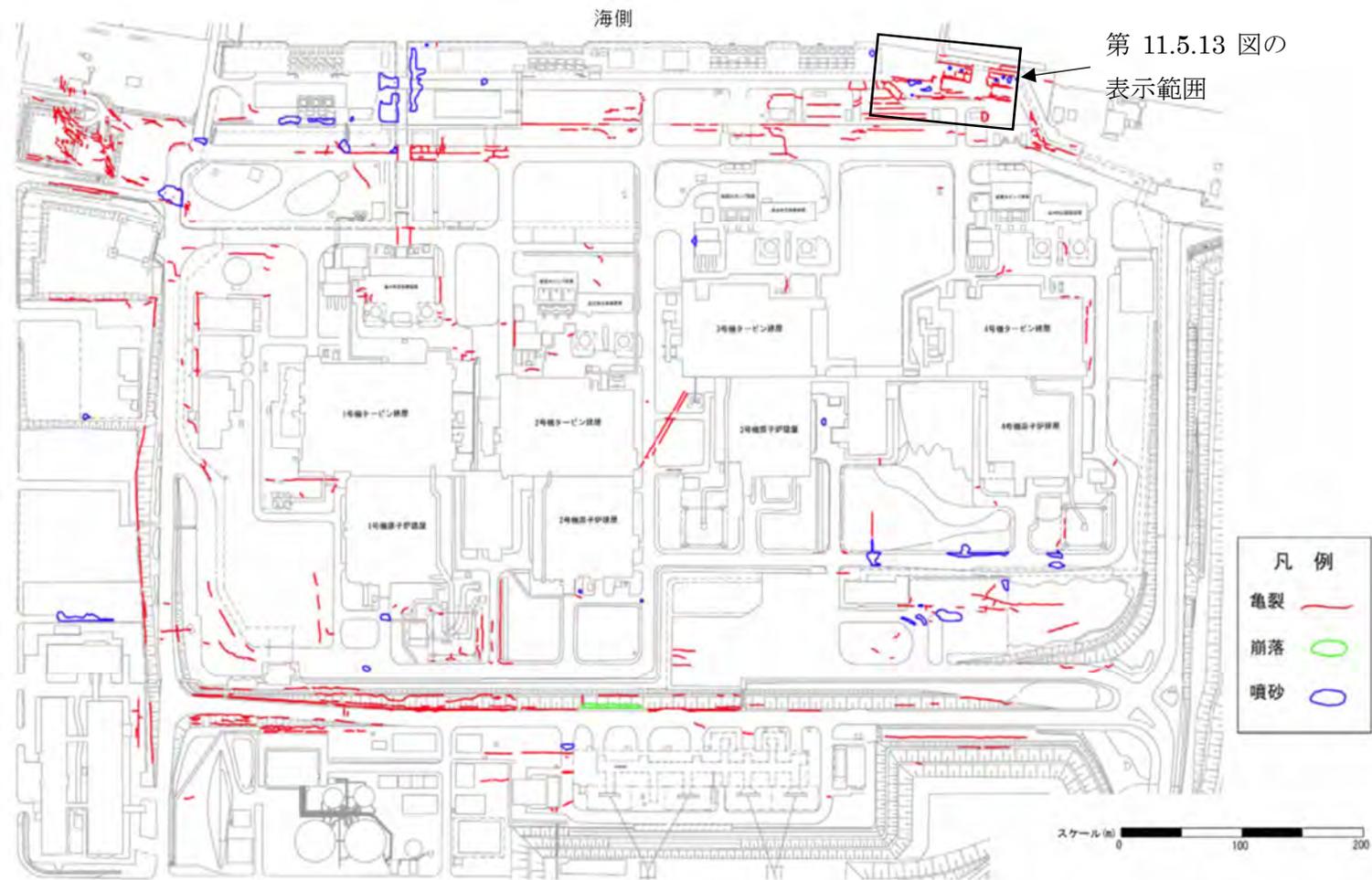
地表面に発生した亀裂の多くは直線状であり、地中埋設物の存在による埋戻土の相対沈下や法面の変状の影響であると考えられる。



第 11-11-33 図 新潟県中越沖地震における敷地内の地盤鉛直変動 (a) 荒浜側  
 (耐震・構造設計小委員会 地震・津波, 地質・地盤合同 WG (第 4 回) (2008) に一部加筆)

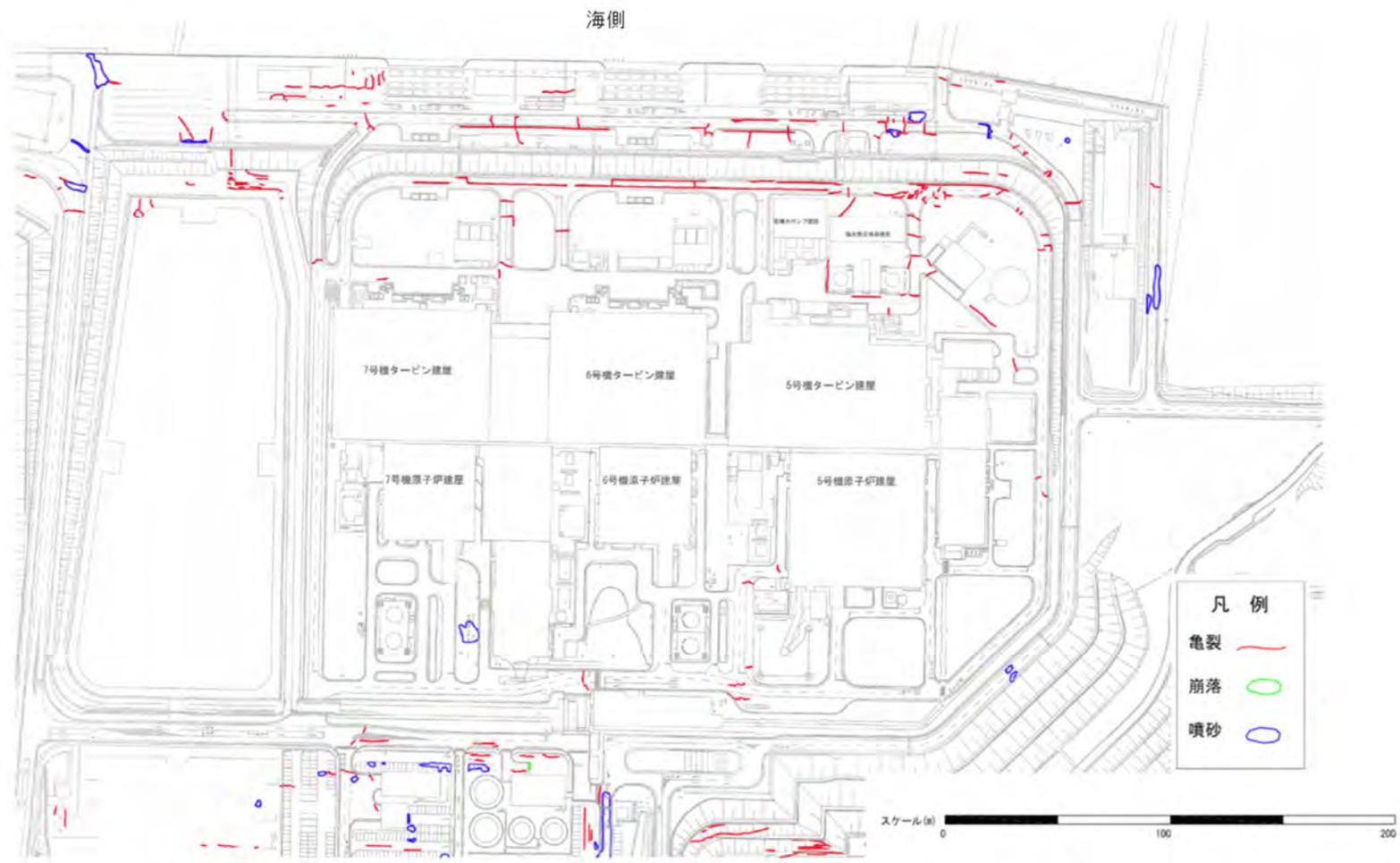


第 11-11-34 図 新潟県中越沖地震における敷地内の地盤鉛直変動図 (b)大湊側  
 (耐震・構造設計小委員会 地震・津波, 地質・地盤合同 WG (第4回) (2008) に一部加筆)



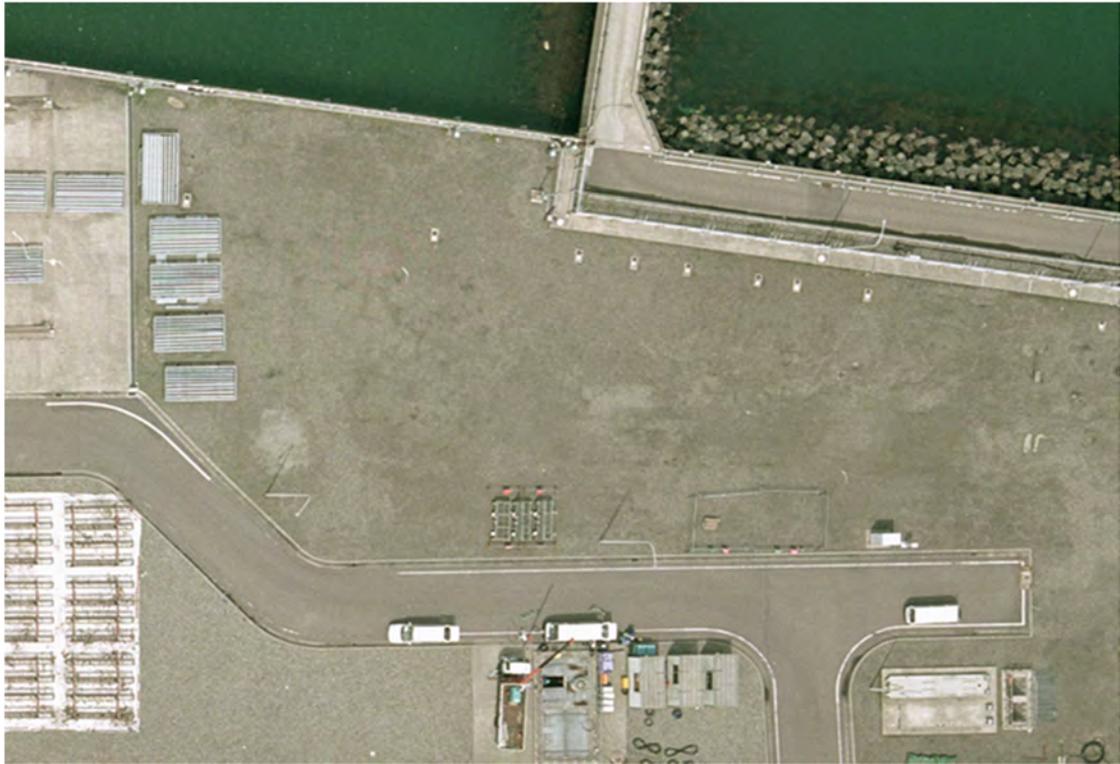
第 11-11-35 図 新潟県中越沖地震における敷地内の亀裂・噴砂位置 (a)荒浜側  
 (耐震・構造設計小委員会 地震・津波, 地質・地盤合同 WG (第 3 回) (2007))

4 条-別紙 11-224

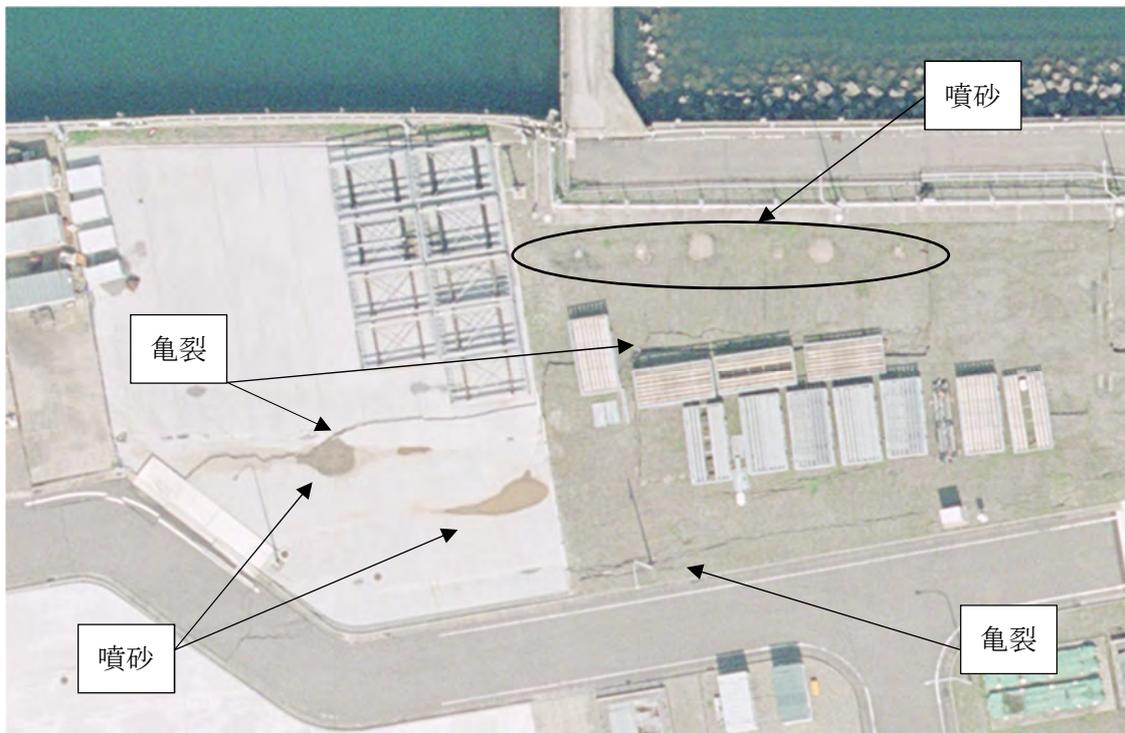


第 11-11-36 図 新潟県中越沖地震における敷地内の亀裂・噴砂位置 (b)大湊側  
 (耐震・構造設計小委員会 地震・津波, 地質・地盤合同 WG (第 3 回) (2007))

4 条-別紙 11-225



(a) 新潟県中越地震前（平成 18 年撮影）



(b) 新潟県中越地震後（平成 19 年撮影）

第 11-11-37 図 新潟県中越沖地震における敷地内の亀裂及び噴砂の状況  
 (耐震・構造設計小委員会 地震・津波, 地質・地盤合同 WG (第 3 回) (2007))

(3) 参考文献

- 1) 小長井ほか：2007年新潟県中越沖地震の被害とその特徴，2010 土木学会地震被害調査小委員会，2006年～2010年に発生した国内外の地震被害報告書，2010.
- 2) 東京電力（株）：新潟県中越沖地震に対する柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性の検討状況について，経済産業省総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会 地震・津波，地質・地盤合同WG，第3回会合配布資料（合同 W3-1），pp7-9，2007.12.25.
- 3) 東京電力（株）：新潟県中越沖地震に対する柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性の検討状況について，経済産業省総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会 地震・津波，地質・地盤合同WG，第4回会合配布資料（合同 W4-1-1），pp10-11，2008.2.15.

Q 2. 荒浜側敷地については、地震による液状化が考慮されましたが、大湊側敷地の液状化に対する考慮はどの様になされているのですか。

A 2.

- 5～7号機を設置している大湊側における液状化の考慮は、1～4号機を設置している荒浜側と同様に考慮して、安全性が確保されるようにします。
- 例えば、アクセスルートについては、液状化も考慮して沈下量を評価し、段差が生じて通行不能とならないような対策を施します。
- もう一つの例として、ガスタービン発電機の基礎は、液状化も考慮して設計を行っており、西山層（原子炉建屋を設置している液状化しない地盤）に杭で支持させるとともに、砂層には地盤改良を施しています。

## <竹内委員>

前回の第 171 回定例会で「過酷事故が二度と繰り返されないように基準地震動などを厳しくしているのだと思うが、付属の設備をいくら丈夫にしても原子炉自体は手を付けられないのでは？」とお伺いし、規制庁からは「原子炉がもたないと判断したら当然廃炉」。東京電力からは「十分余裕が残っている」とのお答えをいただきました。

炉の耐圧余裕度について以下 2 点を教えてください。

Q 1. 原子炉の耐圧余裕度はどの程度で設計し、基準地震動が厳しくなった今、どの程度の余裕が残されているのか教えてください。

A 1.

- 原子炉の耐圧機能を担う原子炉圧力容器は、基準において、内圧や地震による荷重だけでなく、熱や自重、運転により生じる荷重等の様々な荷重の組合せに対してそれぞれ許容条件が設けられており、これらを満足するように設計しています。
- 基準地震動が厳しくなった際の影響については、現時点では申し上げられるものではありませんが、今後、工事計画認可の中で詳細な評価を行い、国にお示しすることとしております。

Q 2. 炉の圧力や温度、中性子などの影響による劣化を見るために「試験片」というものが入っていると思いますが、1～7号機それぞれの、試験片からわかる「どの程度の急激な温度変化に耐えられるのか」を教えてください。あわせてそれぞれが炉心冷却装置を使うことになった場合の急激な温度変化で割れる心配がないかどうかも教えてください。

A 2.

- 中性子の照射を受けると脆化（粘り強さが低下）することが知られており、最も運転期間の長い1号機において60年のプラント運転に対して十分余裕のある脆化量であることを確認しています。
- なお、事故時の冷水注入に対してはサーマルスリーブ<sup>※</sup>を設けることで冷水が直接炉壁に接することはなく原子炉圧力容器が急速に冷却されない構造になっております。

※：材料への熱影響を緩和するため管台の内部に設けたスリーブ（筒状の部品）

## <宮崎委員>

1. 審査会合の資料が何度も修正されて信用できません。柏崎平野南部、横山の段丘について注目するだけでも次の変わりようです。

2015, 4, 10(第 218 回)では、「安田層・古安田層:凡例  」

⇒ 2015, 6, 19(第 241 回)では、「安田層(MIS5e):凡例 、と

古安田層(MIS7) 凡例:  」に

⇒ 2016, 9, 30(第 404 回)では、「安田層上部層(MIS5e):凡例 、と

安田層下部層:凡例  」に

⇒ 2017, 8, 21 原子力規制庁拡大・加筆した資料を提出しています。

刈羽(藤橋)テフラに関連して、敷地内断層が活断層かどうか、科学的議論の上で判断しなければならぬ問題でありながら、この不確実性です。8月2日の宮崎の質問1, 2に対して、東電の回答は「地質調査は個別の論文、研究者の調査結果に基づかず、東京電力の調査結果と資料作成時までの文献によった」と回答をしています。

東京電力の調査結果と資料作成時までの文献がいかに科学的権威のないものか、一目瞭然です。

Q1. 「中央油帯背斜南部周辺的地質図」の藤橋の丘陵の周辺は、見事に「古安田層の緑」が塗られ、丘陵の中心部は「安田層上部層」になっています。東電は、「安田層」と「古安田層」は「不整合」だと自信を持って発表しています。ボーリングはしていない、「不整合」の写真はないといっています。でも、東電は回答の中で「周辺の知見を踏まえて」として、はっきりと塗り分けています。「安田層」と「古安田層」が「不整合=古安田層と安田層の境界」が確認される知見を持っているのでしょ。「不整合」が確認されている地点を数か所、五万分の1の地図上にマークして位置を示し、教えてください。

A1. 古安田層と安田層（下部層）の不整合は、以下の調査で確認しています。

その一例は、先にいただいたご質問にもありました『平成 29 年 4 月 27 日付「柏崎平野周辺の地層の年代について」P11 に、横山での不整合写真(Yk-2 孔)』です。

① 発電所敷地北側のボーリング

② 横山地点のボーリング

これらの不整合を確認したことや、発電所近傍や柏崎平野周辺の安田層の分布状況から総合的に検討して地質をまとめています。

2. 中子軽石層 (NG) と DKP 火山灰が採取された露頭長崎 53、54 について、引き続き質問します。9 月 6 日の回答で、NG と DKP が確認されたのは、8 月 2 日の回答通りだとありました。

Q 1. 2015, 9, 18 「敷地近傍の地質・地質構造について」P77 のボーリング調査結果の図から、Ns-9 で NG が採取されたとした報告をいとも簡単に、なかったことにして、図から消去してしまいました。岸(1996)論文で言う露頭長崎 54 (NG の無いところ) が Ns-9 地点だったから、消去したのですか。ならば、8 月 2 日の回答通りではありません。いや、8 月 2 日の回答通りだということであれば、Ns-9 で NG が採取されようが消去することはなかったと考えます。なぜ、消去したのですか。

A 1. ボーリング孔「Ns-9」では、中子軽石「NG」を採取していません。

訂正前の図では、ボーリング柱状図「Ns-9」の隣に、露頭柱状図「Loc. 2」で中子軽石「NG」を確認した情報を投影して示しておりましたが、先にご回答したとおり、その露頭の位置を誤っており、その投影して表示した位置も誤りでした。

このため、ご質問のような誤解を生じさせてしまいました。更新した図では当該の誤りを削除、訂正しています。

Q 2. P77 のボーリングは、頁の標題にあるように「断層」があるか調査したものです。8 月 2 日の回答どおりとしますと、露頭長崎 53 の標高 27m に約 13 万年前の NG 火山灰があり、露頭長崎 54 の標高 25m に約 5 万年前の DKP 火山灰があることとなります。古い火山灰が上に、新しい火山灰が下。各地点の距離は 500m ほどです。日吉小近くにはっきりした断層があります。Loc2 の NG が簡単に消去される調査です。地下の波形図も信用おけません。断層があるのではありませんか。

A 2. この周辺では、地形調査、地下探査 (南-1 測線、長崎測線)、ボーリング調査を行い、震源として考慮する活断層がないことを確認できています。

以 上