

2024.1.21 第六号例会・月例総研会 汚染水はなぜ増え続けるのか。

福島第一原発

汚染水はなぜ増え続けるのか

— 終わりの見えない海洋放出 —

2024年1月21日

福島第一原発
地質・地下水問題団体研究グループ
(略称：原発団研)

副代表 塩野 敏昭
(工学博士・技術士「建設部門」)

1

2024.1.21 第六号例会・月例総研会 汚染水はなぜ増え続けるのか

「原発団研」の活動目標

【原発団研】地質・地下水に関わる全国の研究者，地質コンサル，教員とそのOBなど40人以上の会員で構成

- 1) 福島第一原発の汚染水問題に関して，東電や国などから公表される資料をチェックし，**地質や地下水の専門的立場**から汚染水対策を監視し，問題点を明らかにするとともに必要な提言等を行う。
- 2) 福島第一原発敷地と**類似した地質条件を有する南相馬市**などで**地質・地下水に関する現地調査**を行い，その結果を福島第一原発汚染水問題の検討・解決のために役立たせる。

2

2024.1.21 熊本学院・月夜懇話会
汚染水はなぜ増え続けるのか

本日の講演内容

**主題：なぜ、福島第一原発の汚染水は
増え続けるのか**

第1部 なぜ、福島に原発が来たか

第2部 福島第一原発は水に浮かぶ”砂上の楼閣”

第3部 東電の凍土遮水壁は“すだれ”

第4部 終わりの見えない処理水の放出

付録 地震に脆弱な原発敷地の実態

3

3

2024.1.21 熊本学院・月夜懇話会「汚染水はなぜ増え続けるのか」

第1部 なぜ、福島に原発が・—原発立地の経緯—

建設前の様子

戦前は、陸軍磐城飛行場
戦後は、西武系の会社が塩田を経営したが、
堤義明氏が東電に売却



P1-i 福島第一原発の建設用地（撮影年不明）
FDNPS construction site (shooting year unknown)

【利用URL】

P1-1：福島県（2010）原子力行政のあらまし
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/download/1/arashi22-11.pdf>



敷地内には、1083基のタンクに130万トンを超える
汚染水などが貯留されている（2024年1月11日現在）

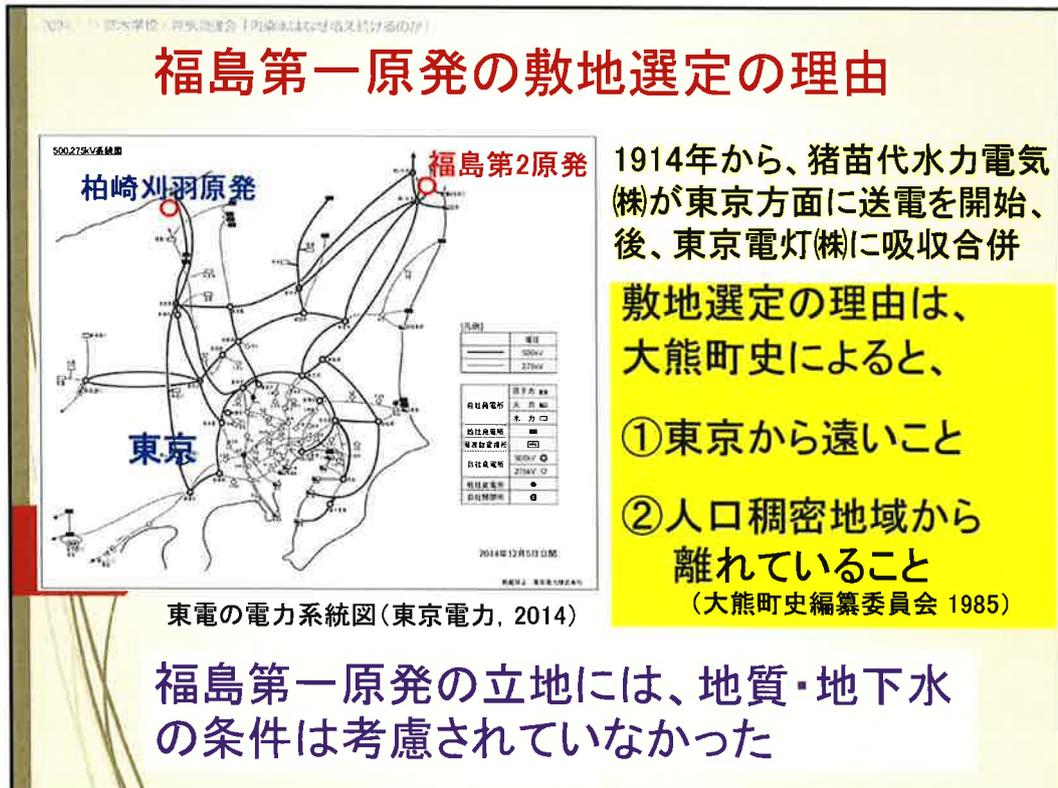


東京電力ホールディングス株式会社2020年3月24日

4



5



6

202<1.01 高木学校・河原野調査 (1) 調査地には何種地質があるのか?

福島原発建設時の状況(1)



東京電力(株)福島調査所



ボーリング調査



横坑調査

「建設予定地の地層や地質を調べるためのボーリングは90箇所にわたって行われ、原発の真下になるところでは、全長600 mにおよぶ試掘坑を掘り、地層や地質を丹念に確かめた」

日映科学映画製作所(1967)「黎明 福島原子力発電所建設記録調査篇」より

7

202<1.01 高木学校・河原野調査 (1) 調査地には何種地質があるのか?

福島原発建設時の状況(2)



水平ボーリング



ボーリングコア



井戸調査

「原子力発電所の運転には1日あたり1,000トンもの真水が必要となる。そのために井戸を掘り、地下水脈や水質、水温などが調査された」

日映科学映画製作所(1967)「黎明 福島原子力発電所建設記録調査篇」より

8

2024 国土大学校・産学協働会「防災水はなぜ必要なのか」

9

東京電力 福島原子力建設所 土木課長

佐伯 正治氏の回想(縦の木会、東電原子力会編)

昭和38年には用地交渉中であったので、現地調査は東電の人と悟られないように若い女子社員を連れ、ピクニックをする格好をして、日曜日にサイト内を歩いた。(中略)

沢を降りて海岸に出ると、塩水を汲み上げていたパイプの配管が寸断されたまま残っていた。

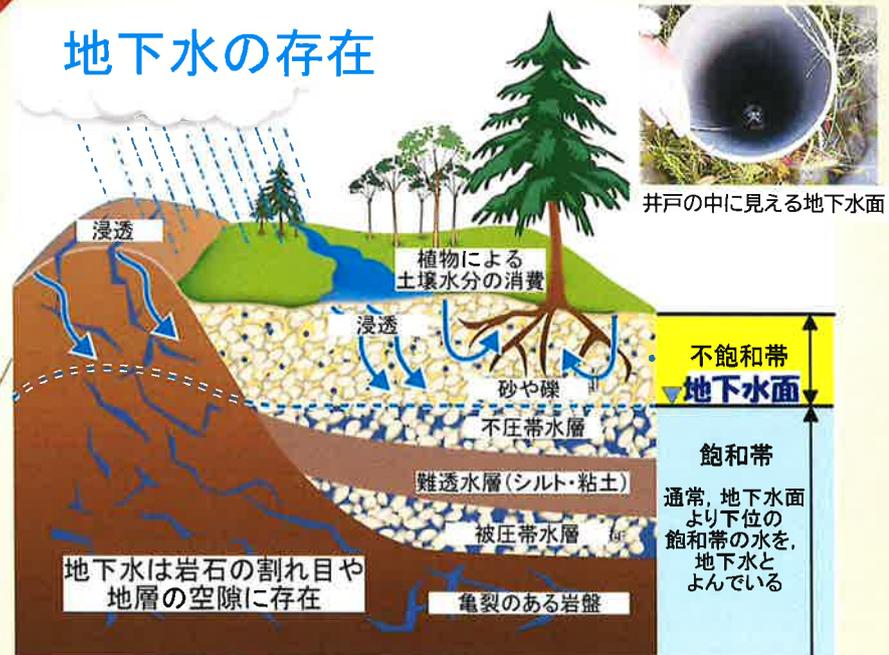
(中略) 駅前通りの商店街はみすぼらしい古い家が散見され、人通りも少なく閑としていた。人々の生活は質素で人を招いてごちそうをすれば、刺身が一番のごちそうであり、肉屋には牛肉がなく、入手したければ、平市(現、いわき市)か原町市(現、南相馬市)へ行かねばならなかった。

9

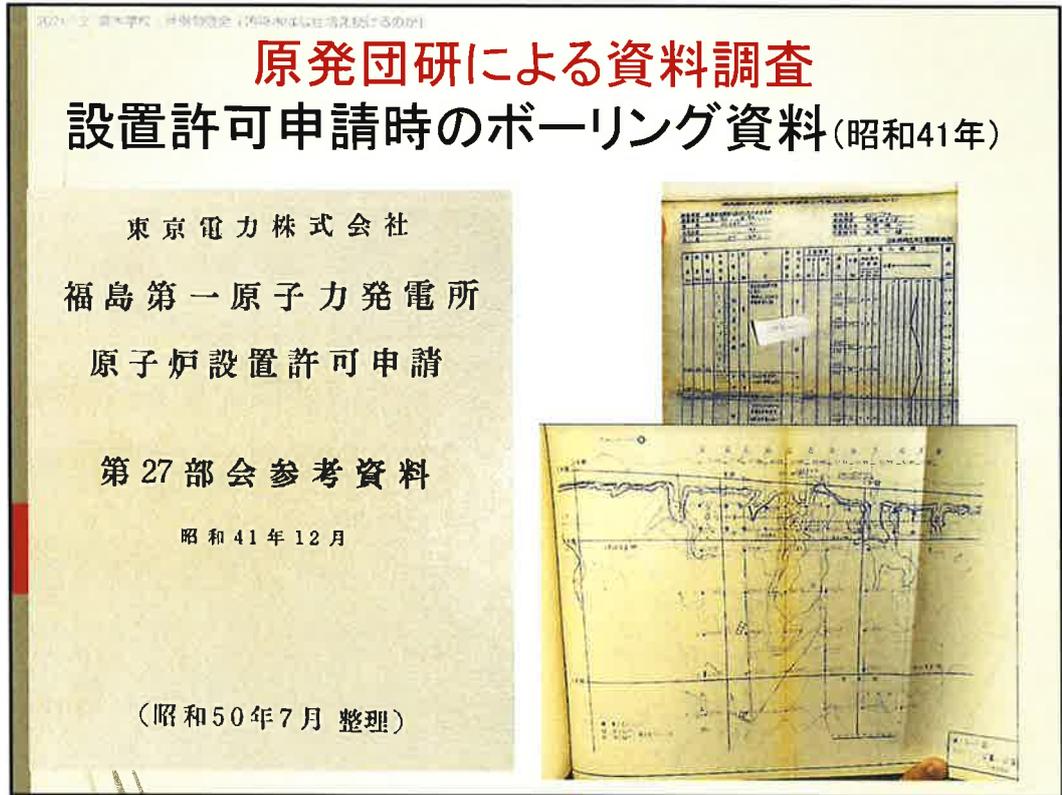
第2部 福島第一原発は水に浮かぶ”砂上の楼閣”

2024 国土大学校・産学協働会「防災水はなぜ必要なのか」

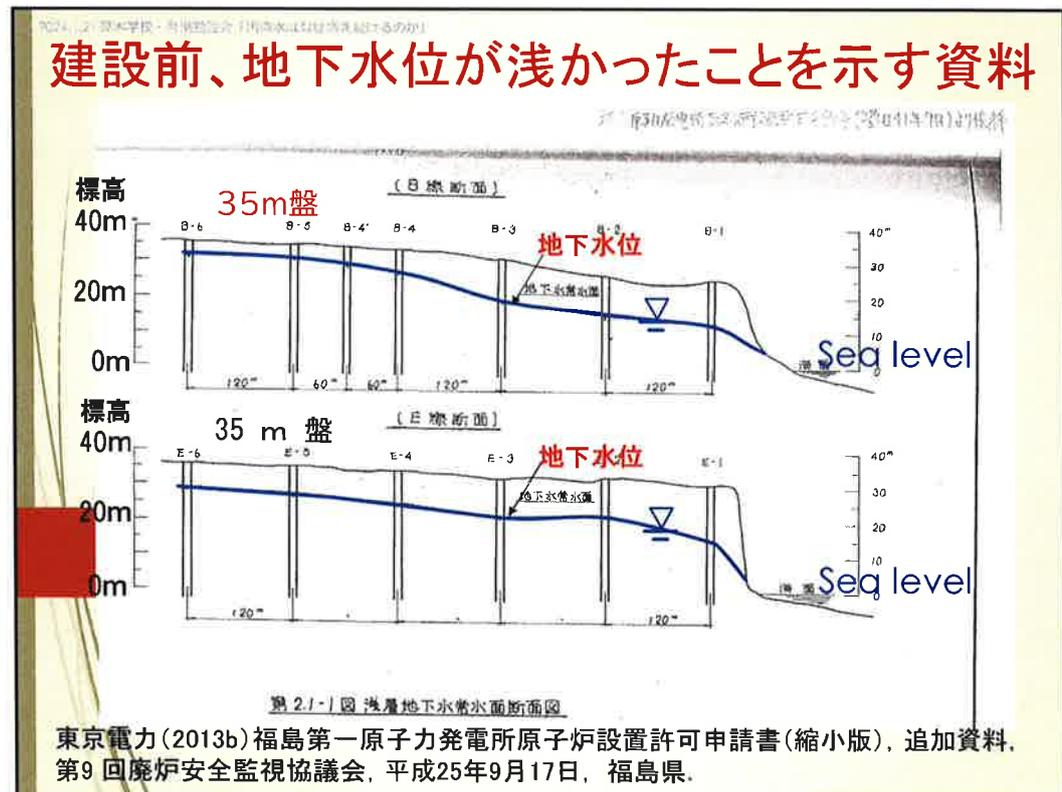
地下水の存在



10



11



12

2021.11 土木学会 月別懇話会 「排水処理はなぜ必要なのか」

湧水に悩まされた建設工事

東京電力福島原子力建設所土木課長
佐伯 正治氏

土工事にとって最も重要な問題は排水処理である。当所でもこの問題には大いに悩まされた。

土木技術, 22巻, 9号, 1967

13

2024.11 土木学会 月別懇話会 「排水処理はなぜ必要なのか」

O.P.+35m O.P.+10m
#R/B EB O.P.+4m
埋戻土 sea

O.P.-5~10m

35m盤

原子炉建屋 R/B

1号機

2号機

3号機

4号機

タービン建屋 T/B

10m盤

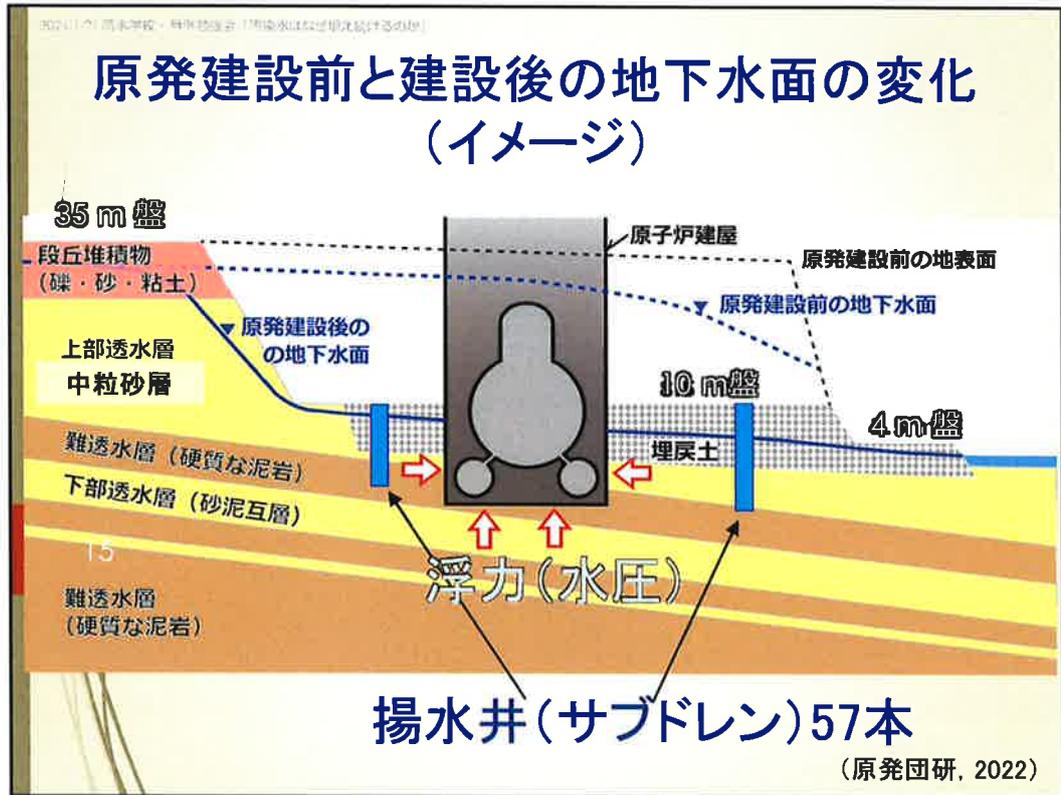
4m盤

10m盤の建屋部分の掘削工事

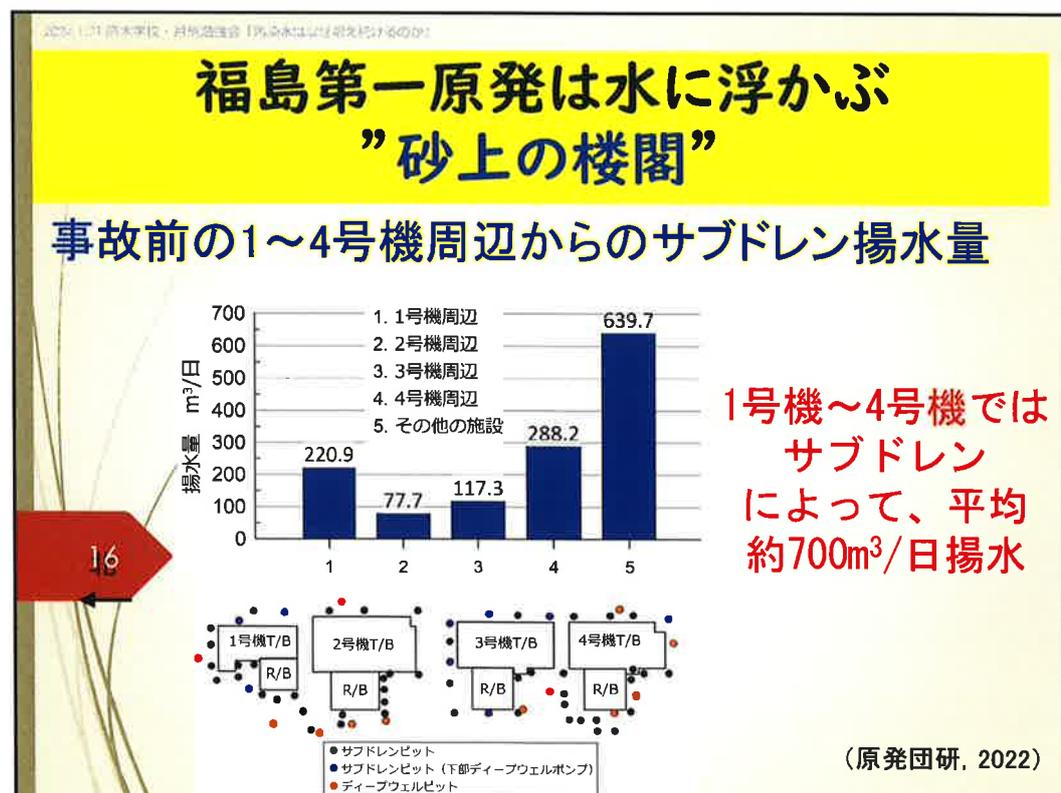
Sept. 18, 2010

cryptome...
C:\Users\Y...
Nuclear Power Plant Fukushima Photos Z.mim

14



15



16

2024.1.27 高木学校・月例勉強会「汚染水はなぜ流れているのか」

第3部 東電の凍土遮水壁は“すだれ”

汚染水発生のおくみ

原子炉建屋

格納容器

圧力容器

燃料デブリ

海

地下水の流入

汚染水

事故による建屋の損傷によって、格納容器内には雨水や地下水が流入しています。

この雨水や地下水が燃料デブリに触れることで、水の中に放射性物質が溶け込み「汚染水」となります

17

2024.1.27 高木学校・月例勉強会「汚染水はなぜ流れているのか」

これまでに実施された汚染水対策

分類	対策項目	目的
近づけない	地下水バイパス	原子炉建屋周辺への地下水流入量の減少
	陸側遮水壁	原子炉建屋への地下水流入量の減少、建屋内の水位管理
	サブドレン	原子炉建屋への地下水流入量の減少、建屋内の水位管理
	フェーシング	雨水浸透の抑制

(原発団研, 2022)

地下水バイパス

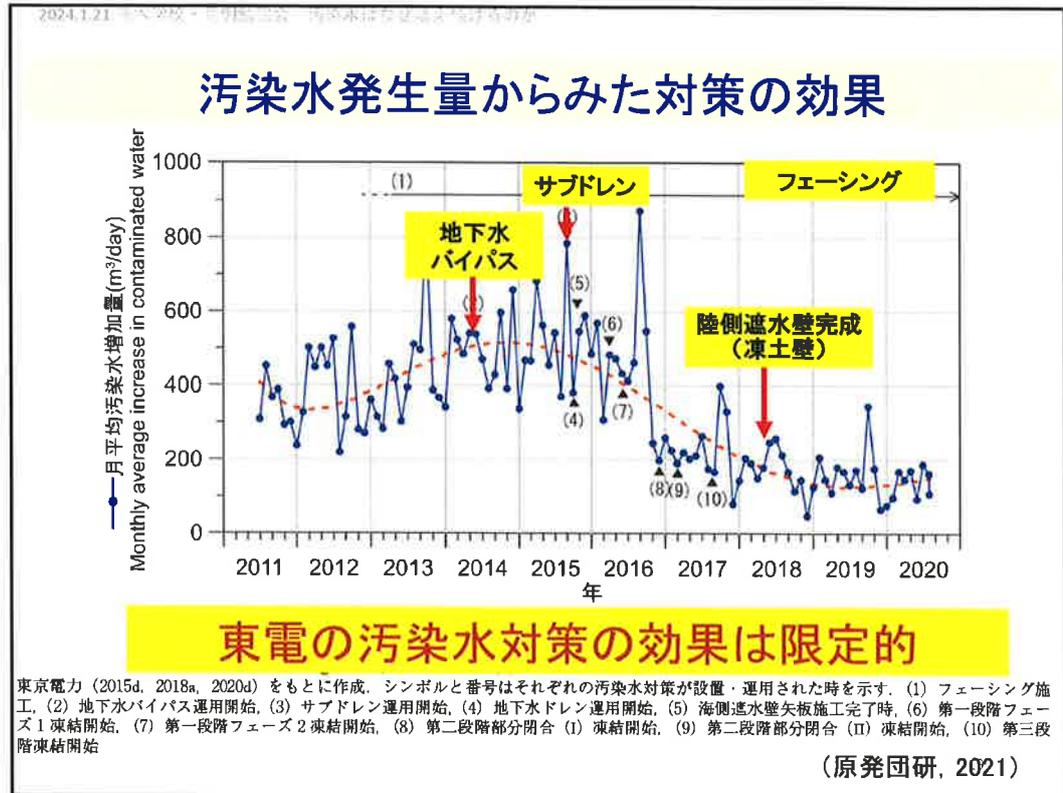
陸側遮水壁 (凍土壁)

サブドレン

フェーシング (地表の舗装)

中粒砂層

18



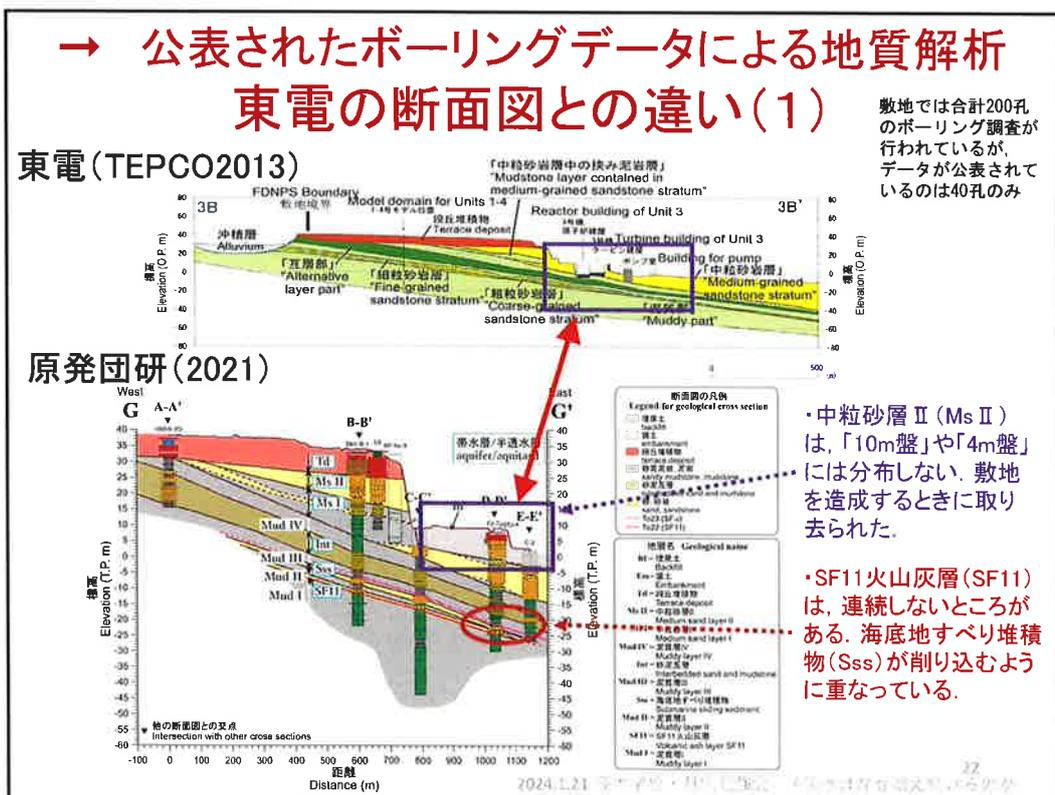
19



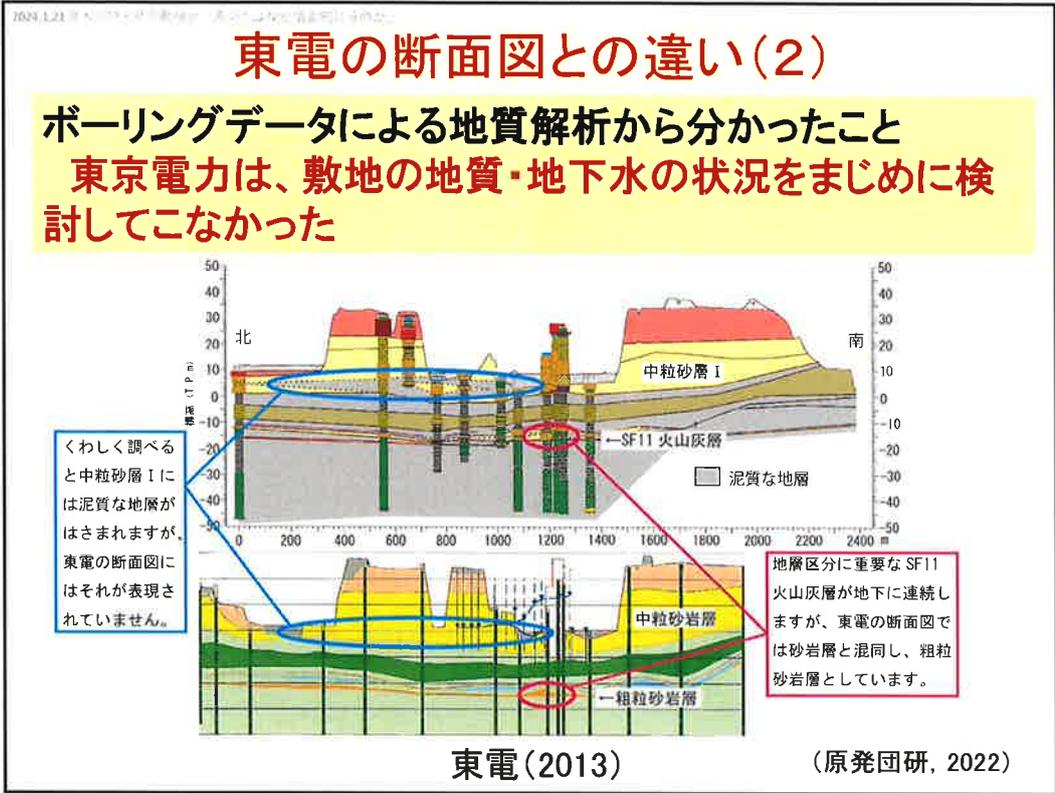
20



21



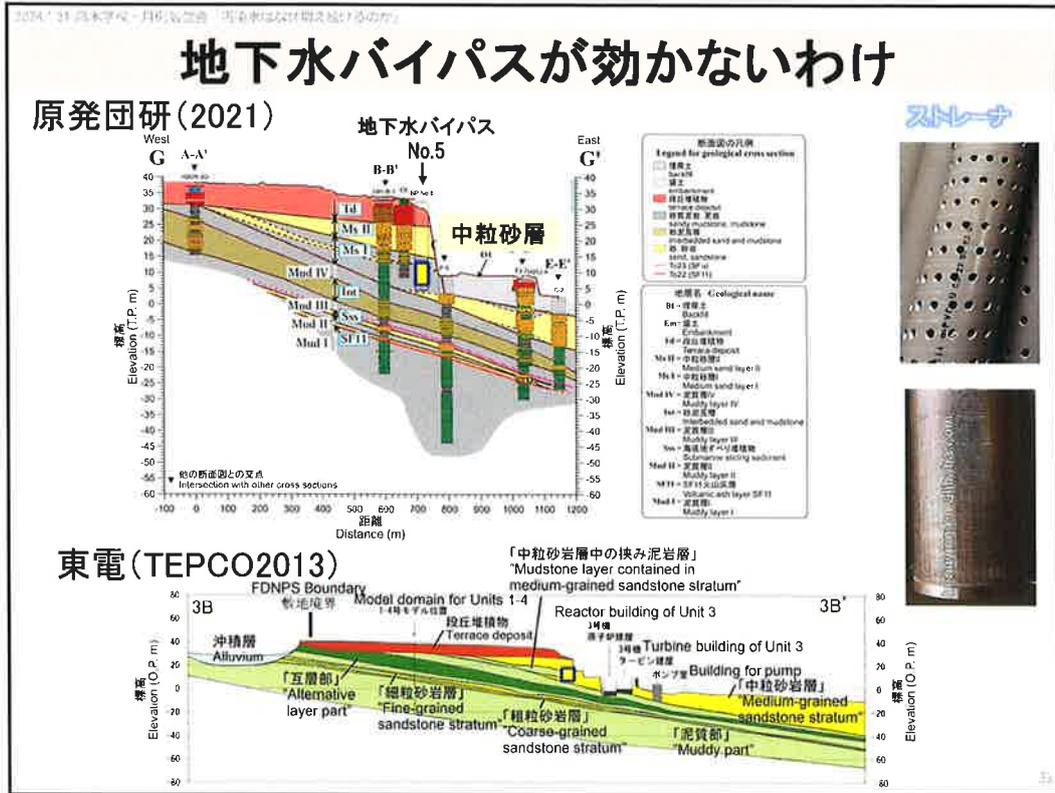
22



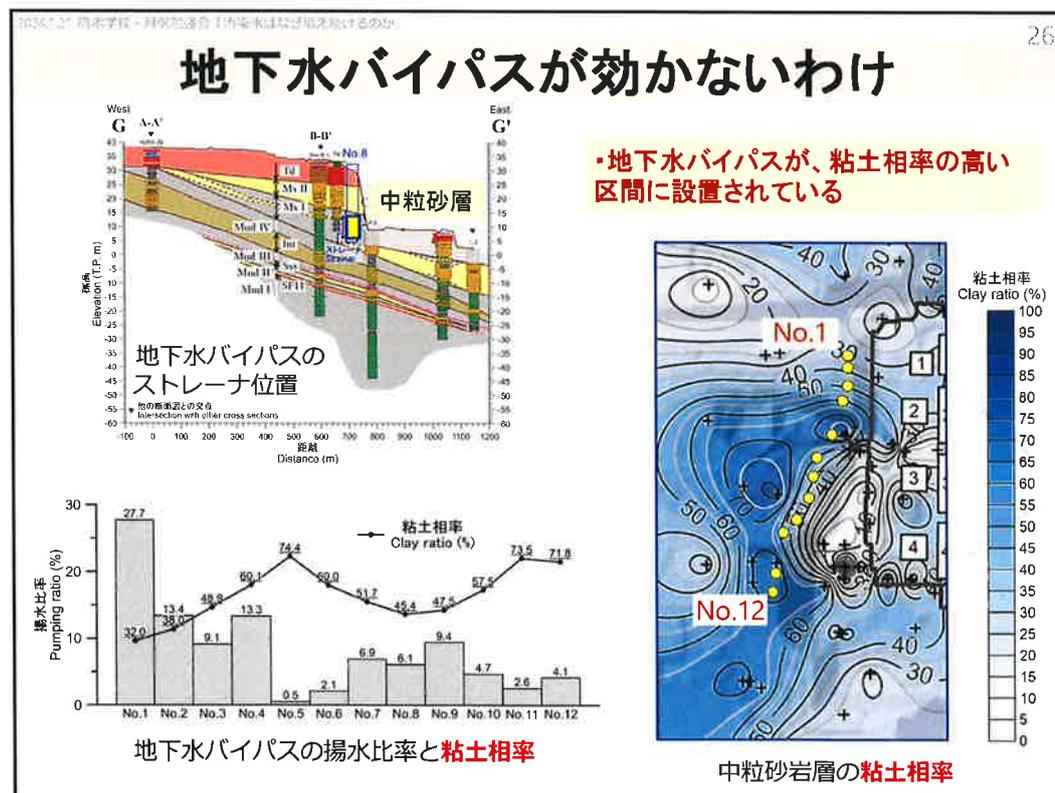
23



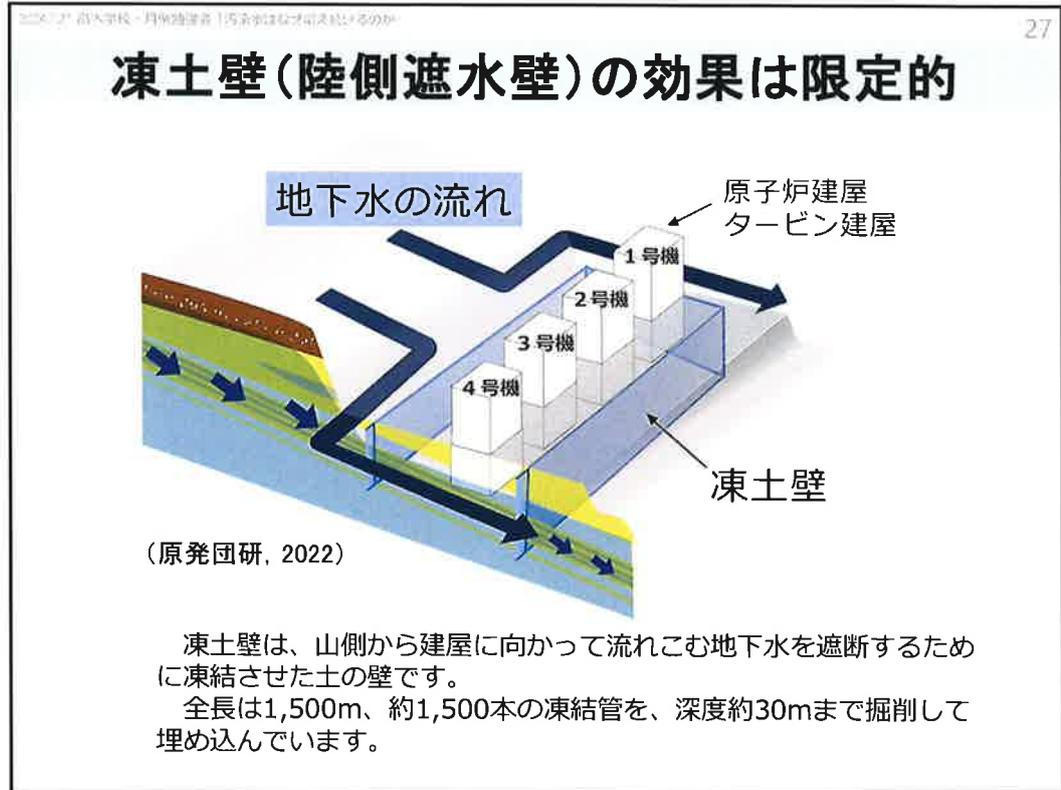
24



25



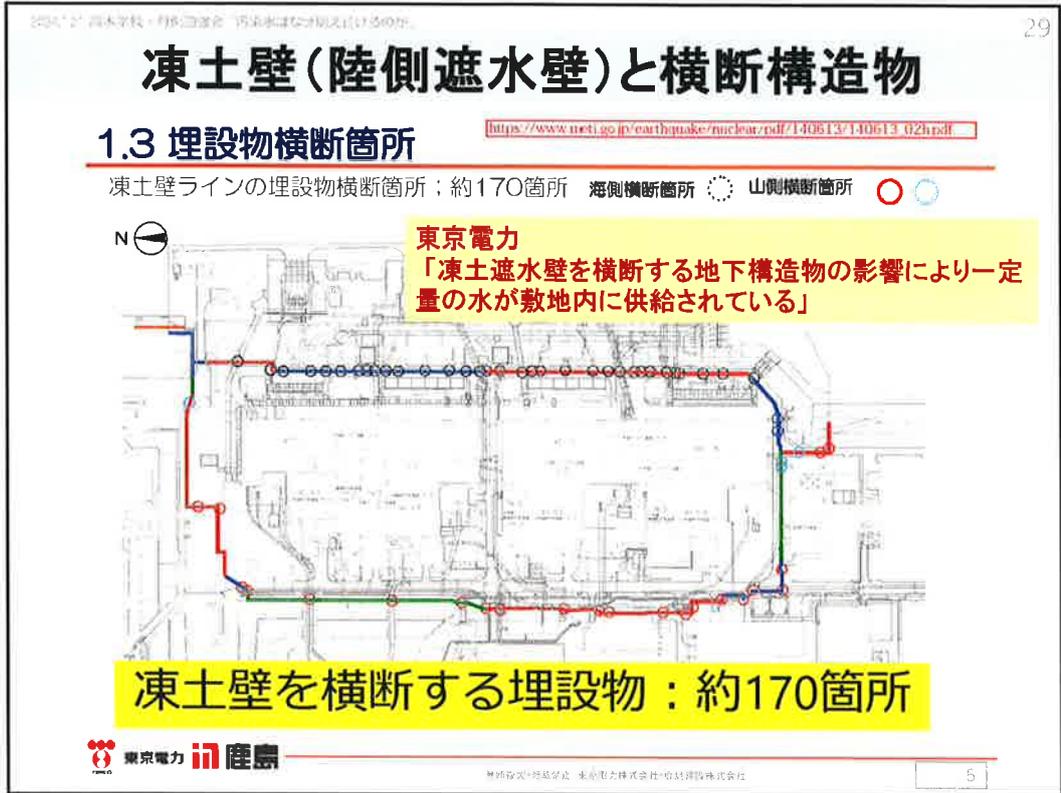
26



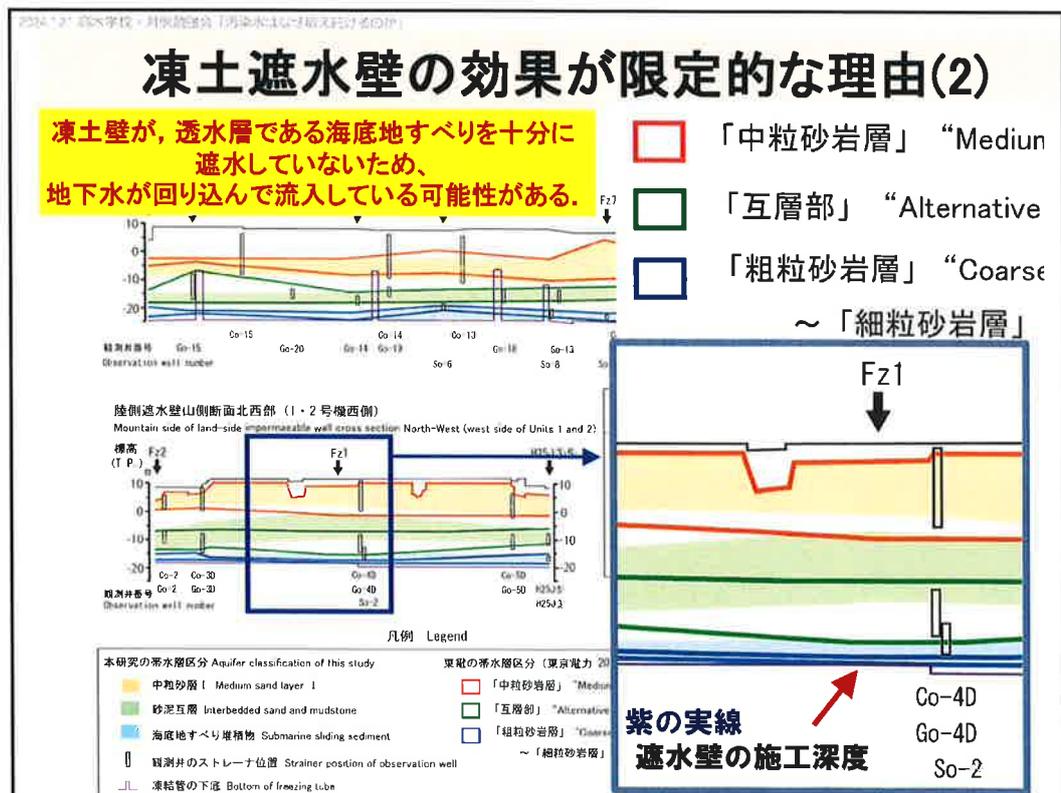
27



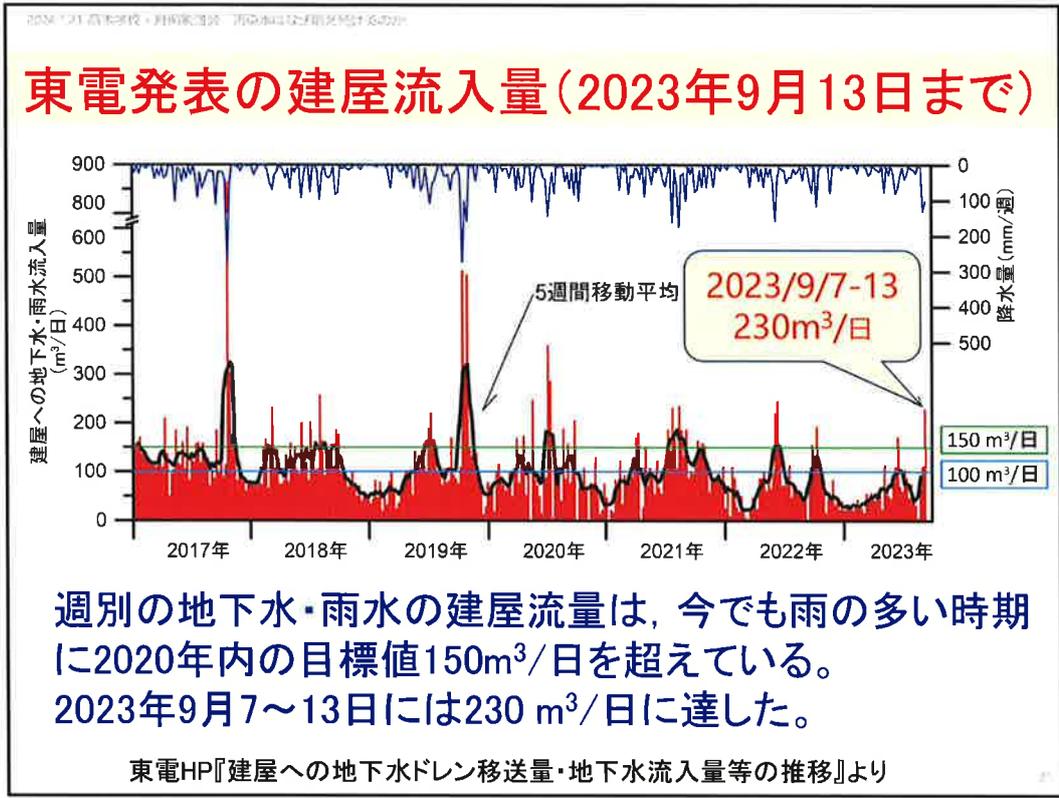
28



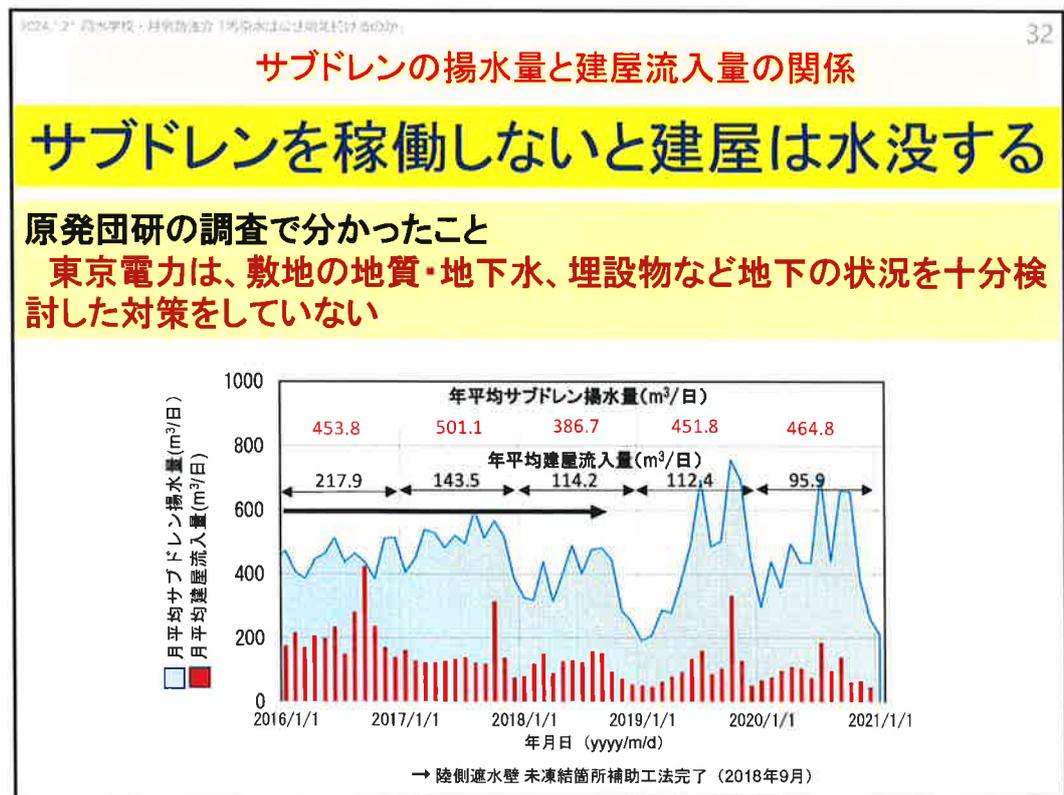
29



30



31



32

2024.1.21 令和6年度・月間誌第9号 汚染水対策の進捗状況

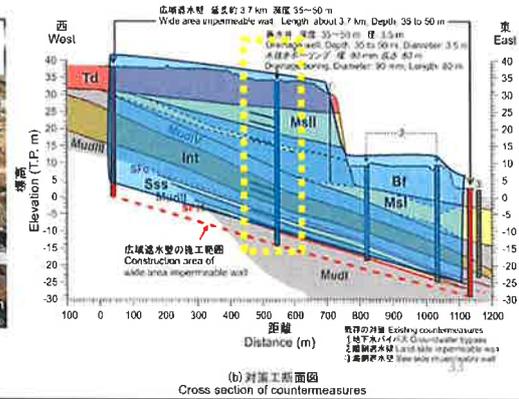
原発団研が提案する抜本的な汚染水対策

- 当面10年程度の中期的対策
 - サブドレン増強による地下水管理
- 100年を見通した長期的対策
 - 集水井と地中連続壁を用いた**広域遮水壁**の設置

広域遮水壁とは・・・

原発建屋を大きく囲むように地中深くまで壁を構築して、山側から流れてくる地下水と建屋敷地内に湧き上がってくる地下水を遮水します。

広域遮水壁の延長は約3.7km、施工には数年を要するため、集水井による対策との相乗効果を勘案して、施工手順を検討します。



33

地中連続壁の工法（例） CSM工法（Cutter Soil Mixing Method）



広域遮水壁

地盤を掘削しながら、土とセメント系混濁液を混合して、厚さ90cm、深さ35~50mのソイルセメントと呼ばれる地中連続壁を構築します。



34

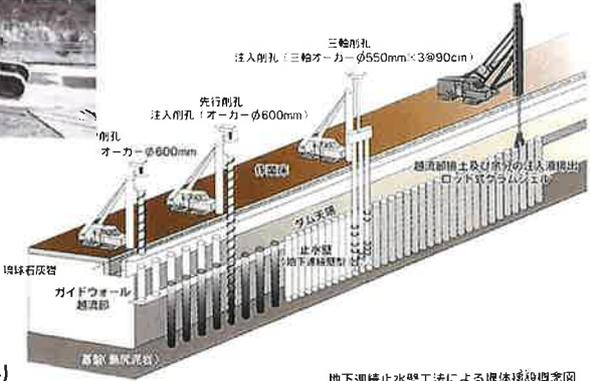
2024.1.21 第六分科・共同調査会「汚染水はなぜ増え続けるのか」

地中連続壁を用いた地下ダム工事



地下ダム工事写真

沖縄県宮古島
土地改良 307号 2019.10より



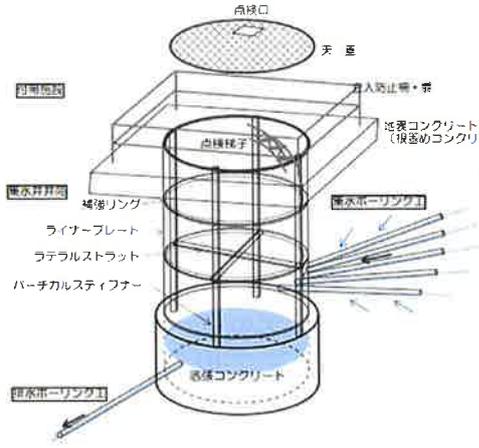
地下連続止水壁工法による堰体建設概念図

宮古土地改良区HPより

35

2024.1.21 第六分科・共同調査会「汚染水はなぜ増え続けるのか」

地すべり対策としての集水井





農林水産省HPより

36



37

2024.1.21 農水省HP・目録・設備写真 | 汚染水はなぜ増え続けるのか

新たな対策の利点

- 建屋への地下水流入に関係しているすべての帯水層の地下水を遮水できる
- 建屋周辺の廃炉作業に与える影響が少ない
- 汚染エリアを分離できる

- 工費は、凍土方式の320億円に対して半分程度
- 工期は、10年程度

(原発団研, 2022)

38

2024.1.21 大学卒業・博士取得後「地質学はなぜ必要なのか」

抜本的な対策を実施するうえで大切なこと

- 当該地域だけでなく周辺地域も含めて地質や地下水の実態をしっかりと調査すること
- それらの結果をもとに地質学のおよび水文地質学的特徴を明らかにし、合理的な設計にもとづく詳細な施工方法を検討したうえで、適切なモニタリング計画を立案すること

対策	概略工程(年度)												
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
集水井	—	調査 設計	順次施工・運用→										
広域遮水壁	—	調査・観測・設計		施工							運用→		

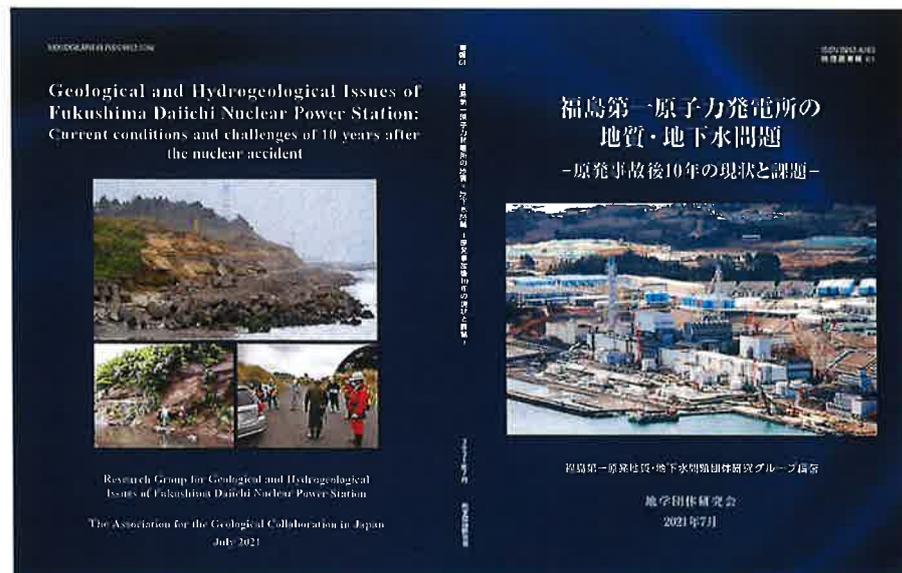
原発団研(2021)

39

2024.1.21 大学卒業・博士取得後「地質学はなぜ必要なのか」

地団研専報61

福島第一原子力発電所の地質・地下水問題： 原発事故後10年の現状と課題



40



41

2024.1.21 今一学校、月例勉強会「汚染水はなぜ増え続けるのか」

東電の広域遮水壁に対する評価

2022年7月26日 第2回廃炉
安全監視協議会資料より

2022年12月21日 第26回汚染水処理
対策委員会
【参考】広域遮水壁について

	広域的な遮水壁 (タンクのある高台におけ る遮水壁(粘土壁等))
追加的な効果	× (遮水壁内の地下水パイ パス、SDの増強必要)
廃棄物	× (延長により遮水壁部の 土砂が多量に発生)
施工ヤード	△ (設置範囲により道路利 用及びタンクヤード工事 と調整)

「広域遮水壁に関して、現状の
水理モデルを用いて解析を行っ
た結果、1-4号建屋への地下水
流入量を追加的に抑制する効果
は無いことが確認された」
(東京電力)

42

42

2024.1.21 汚染水処理・対策委員会「汚染水はなぜ増え続けるのか」

原発団研の「見解」

汚染水処理対策委員会（第26回）での東電の広域遮水壁評価の問題点について

2023年1月12日

福島第一原発地質・地下水問題団体研究グループ

2022年12月21日に開催された汚染水処理対策委員会（第26回）で、東電は「資料2 汚染水対策の現況と今後について」の中で「【参考】広域遮水壁について」を示し、「広域遮水壁に関して、現状の水理モデルを用いて解析を行った結果、1-4号建屋への地下水流入量を追加的に抑制する効果は無いことが確認された」と説明した。

しかし、この東電の解析には、次に示すような数多くの問題点がある。

大きく5項目の問題点を指摘

43

43

2024.1.21 汚染水処理・対策委員会「汚染水はなぜ増え続けるのか」

原発団研「見解」のポイント

1. 東電の「現状の水理モデル」は、9年前に作成された古いもので、その後得られた地質情報を反映していない

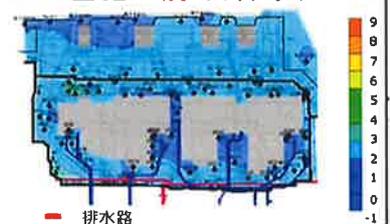
2. 「現状の水理モデル」の実測値にもとづく検証は不十分なままである

3. 陸側遮水壁（凍土壁）をどの様にモデル化したのか十分な説明がない

4. 1～4号機の建屋流入量の計算方法が不明である

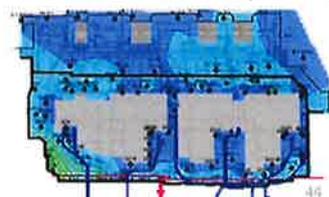
5. 東電の集水井のモデルは、団研が提案した集水井の設定条件と異なる。

凍土壁施工前 計算水位 T.P.m



凍土壁施工後の計算水位が示されていない

凍土壁施工後 実際の水位



44

2024.1.21 東京電力・原子力規制委員会 汚染水はなぜ減らせないのか

汚染水対策と海洋放出問題 まとめ

- 1) 福島第一原発では、敷地の地質や地下水の実態把握が軽視され、汚染水対策の実施が遅れた。
- 2) 汚染水対策の切り札とされた地下水バイパスはほとんど効果が無く、凍土壁（陸側遮水壁）の効果も限定的である。
- 3) 汚染水は日々増加しており、これが海洋放出問題の根本的な要因となっている。
- 4) 抜本的な汚染水発生量削減のためには、広域遮水壁と集水井が必要である。
- 5) 東電の「広域遮水壁」の評価は、科学的とは言えない。
- 6) 原発団研が提案した抜本的な地下水流入削減対策を、東電や国は再度真剣に検討し、早急に対策を実施するべきである

47

47

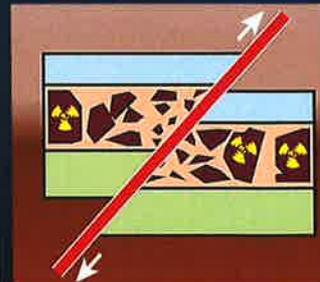
2024.1.21 東京電力・原子力規制委員会 汚染水はなぜ減らせないのか

【補足】

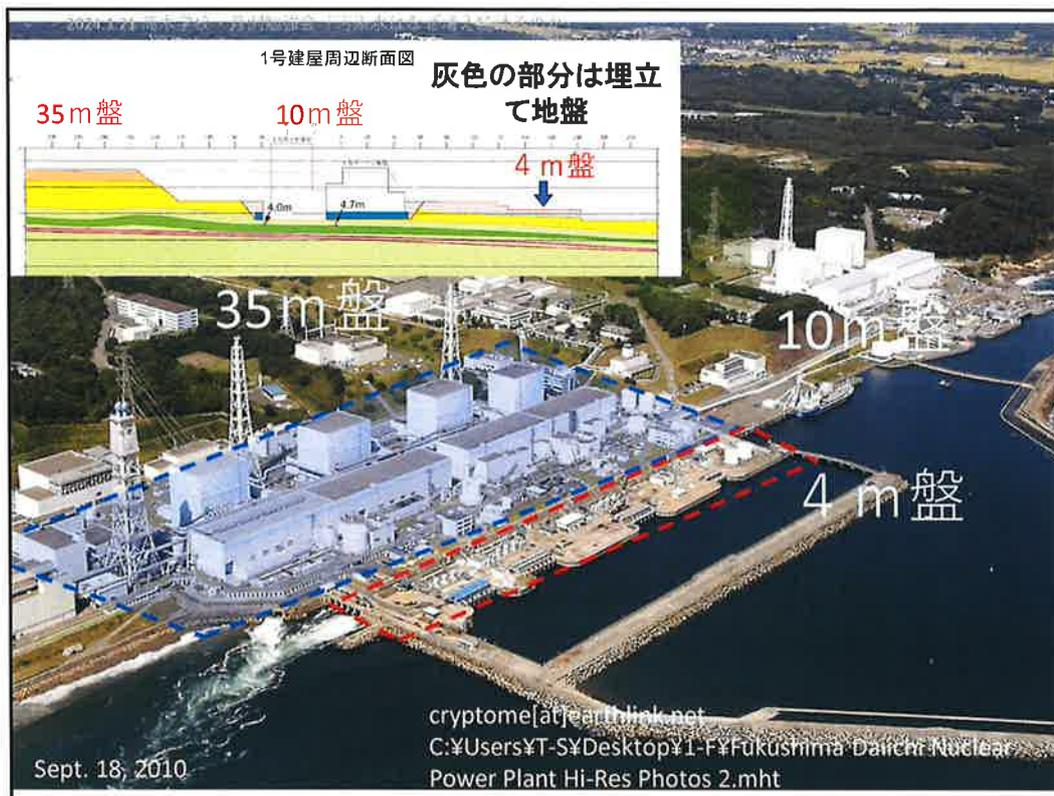
原発敷地の地震被害

— 地震に脆弱な原発敷地の実態 —

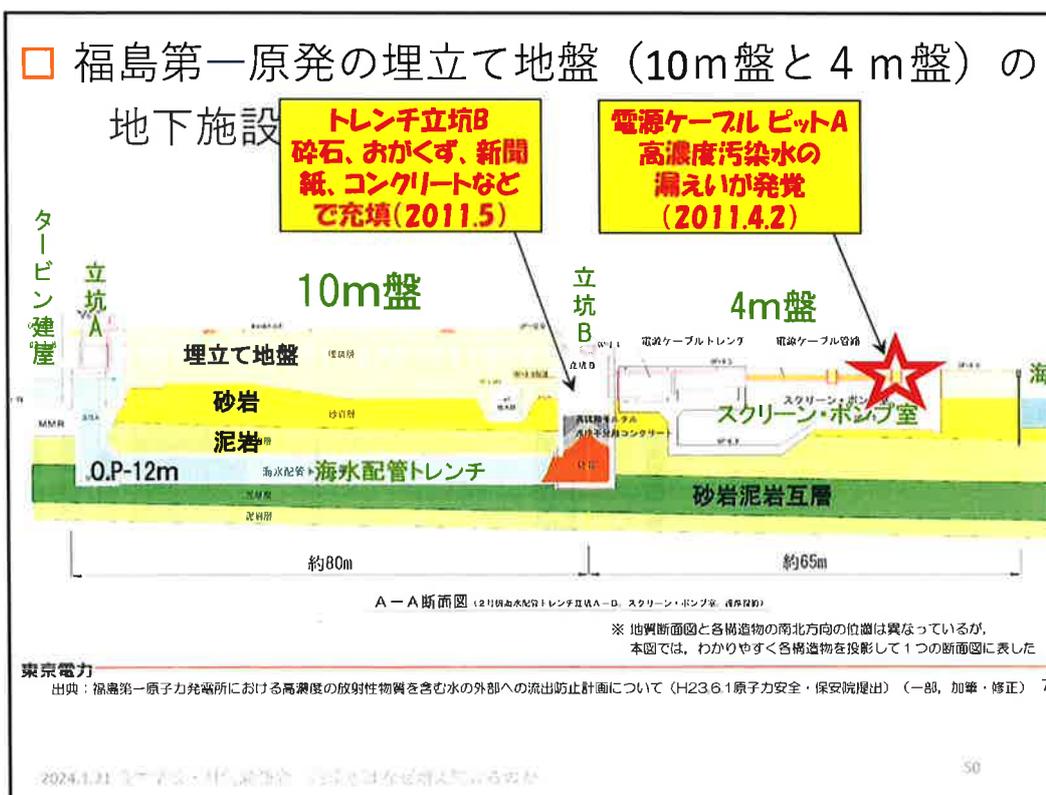
- ① 東京電力福島第一原発
平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震 (M9.0)
- ② 東京電力柏崎刈羽原発
平成19(2007)年新潟県中越沖地震(M5.8)
- ③ 北陸電力志賀原発
令和6(2024)年能登半島地震(M7.6)



48



49



50



51



52



53



54

2024.1.21 福島原子力発電所事故 汚染水はなぜ増え続けるのか

- 10m盤の4号機タービン建屋に隣接するマンホールの浮き上がり
地下水位が高く、液状化が発生した可能性がある。



埋立て地盤では、地震動により主に液状化による著しい変形が発生し、変形に伴う管路やトレンチ等の損傷が汚染水漏えいの原因となった可能性が高い。

55

55

2024.1.21 福島原子力発電所事故 汚染水はなぜ増え続けるのか

原発事故原因に関する4つの事故調の見解

国会事故調以外の三つの事故調は、
津波により全電源を喪失したことが直接的原因とした。

	国会	政府	民間	東電
委員会名	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会	福島原発事故独立検証委員会	福島原子力事故調査委員会
委員長	黒川清／元日本学術会議会長	畑村洋太郎／東京大学名誉教授	北澤宏一／前科学技術振興機構理事長	山崎雅男／東電代表取締役副社長(当時)

国会事故調（一部、中略）

「安全上重要な機器の地震による損傷はないとは確定的には言えない」
「福島第一原発は、大津波に耐えられないばかりでなく、強大で長時間の地震動にも耐えられるとは保証できない状態だった。」

経済産業調査室・課（2012）福島第一原発事故と4つの事故調査委員会、調査と情報 第756号

56

56

2024.1.21 東京電力・柏崎刈羽原子力発電所 埋立て土はなぜ沈み続けるのか

東京電力 柏崎刈羽原子力発電所 2007年新潟県中越沖地震(M5.8)により被災

変圧器周辺が地震で沈下したことにより、ダクトが落下し、その影響で漏えいした油に、火花が引火して火災が発生

出典:3号機所内変圧器(B)のダクト火災に関する原因と対策について
平成20年9月25日, 東京電力㈱



構造物周りの沈下に伴い、
構造物に平行に亀裂が発生



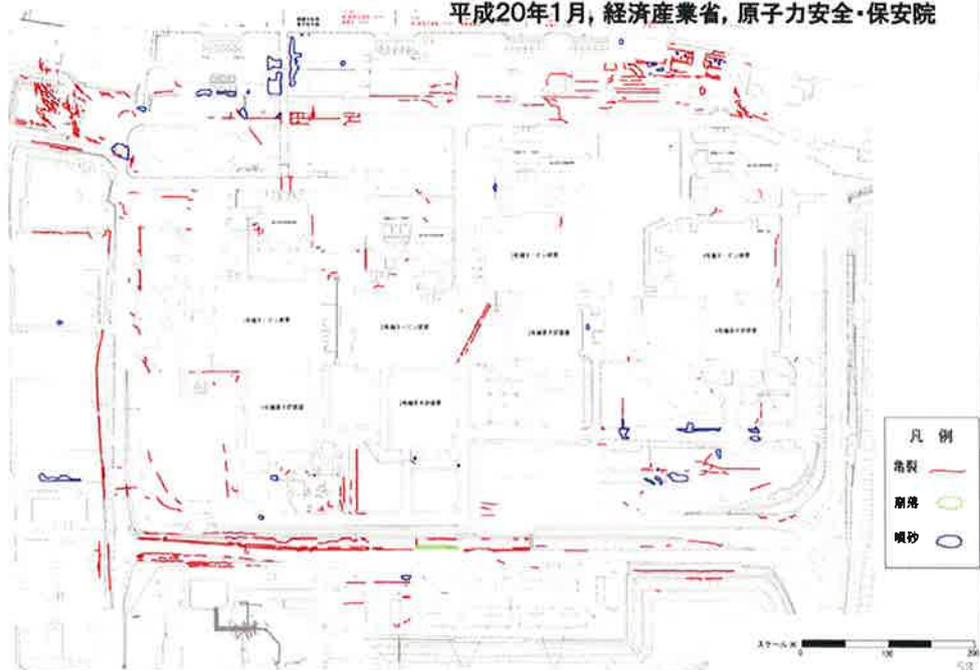
液状化により亀裂が発生

57

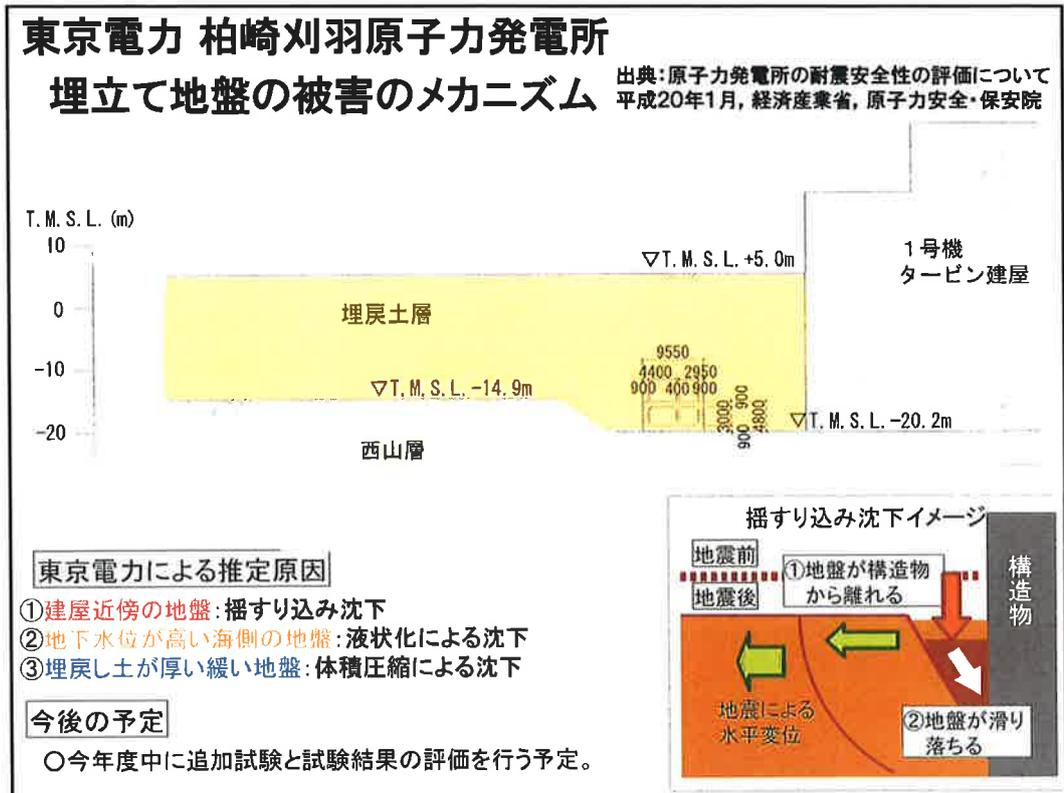
2024.1.21 東京電力・柏崎刈羽原子力発電所 埋立て土はなぜ沈み続けるのか

東京電力 柏崎刈羽原子力発電所 埋立て土と被害の分布

出典:原子力発電所の耐震安全性の評価について
平成20年1月, 経済産業省, 原子力安全・保安院



58



59



60

2024.1.21 福島原子力発電所 関係者以外への情報提供のため

能登半島地震による志賀原子力発電所の影響

2024年1月4日 北陸電力株式会社

① 1・2号機 使用済燃料貯蔵プール水の飛散

1号機

- ・飛散した量：約95 リットル
- ・放射能量：約17,100Bq

2号機

- ・飛散した量：約326 リットル
- ・放射能量：約4,600Bq

② 1号機の主変圧器からの油漏れ

約20,000 リットル

③ 放水槽防潮壁の傾き

津波対策として設置した鋼製の防潮壁(高さ4m)の南側壁が、地震の影響により数cm 程度傾く



防潮壁の南側壁が事務本館側に全体的に傾きあり。

61

④ 物揚場コンクリート舗装部の段差発生などの地盤変状



物揚場コンクリート舗装部の段差



2024.1.21 福島原子力発電所 関係者以外への情報提供のため

62

2024.1.21 中央大学・防災学協会「防災本はなぜ増え続けるのか」

内陸の活断層、ずれ確認 志賀原発の北9キロ、 「富来川南岸(とぎがわなんがん)断層」

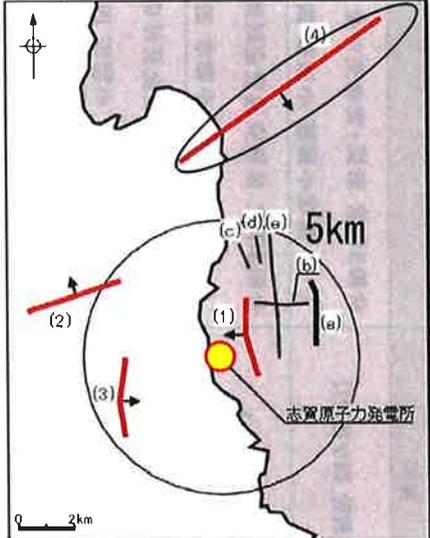


富来川南岸断層の活動によるものとみられる割れ目(矢印)=13日、石川県志賀町(鈴木康弘名古屋大学教授提供)

2024年01月16日 21時03分共同通信 63

63

「富来川南岸断層」について



断層等 (赤線は後期更新世以降の活動が否定できないと評価したもの)
(細線はリアメント・変動地形は判断されないが、文献に示されたもの)

敷地周辺陸域	とぎがわなんがん (4) 富来川南岸断層	確実度Ⅱ 2km	推定活断層 [約0.4km]	加藤・杉山 (1985)等 に図示あり	直線的に連続する急崖等 約0km
地下深部で逆断層を確認したものの、断層を覆う上載地層や、断層を挟んで明確な段丘面が認められない。		約9.0km区間を後期更新世以降の活動が否定できないと評価。		P.170	

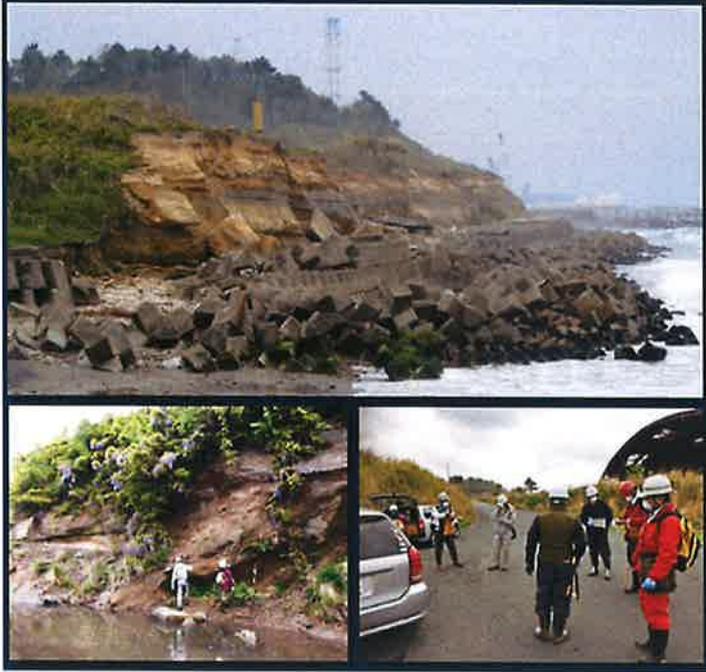
今回の地表の変状が断層によるものと確認された場合には、今後の安全審査に大きな影響を及ぼすと考えられる。

2024.1.21 中央大学・防災学協会「防災本はなぜ増え続けるのか」 64

64

2024.1.21 年次報告・月刊誌掲載「海洋水に汚染を懸念する声」

ご清聴ありがとうございました



原発団研(2021)
専報 裏表紙から