

第1回

六ヶ所再処理工場の 耐震問題

2022年1月13日

(2022年1月14日改訂版)

上澤千尋

kamisawa@cnic.jp

原子力資料情報室

今日のはなしの内容

『原子力資料情報室通信』第565号（2021/7/1）

**六ヶ所再処理工場：耐震不足だが補強工事ができない
汚染された機器**

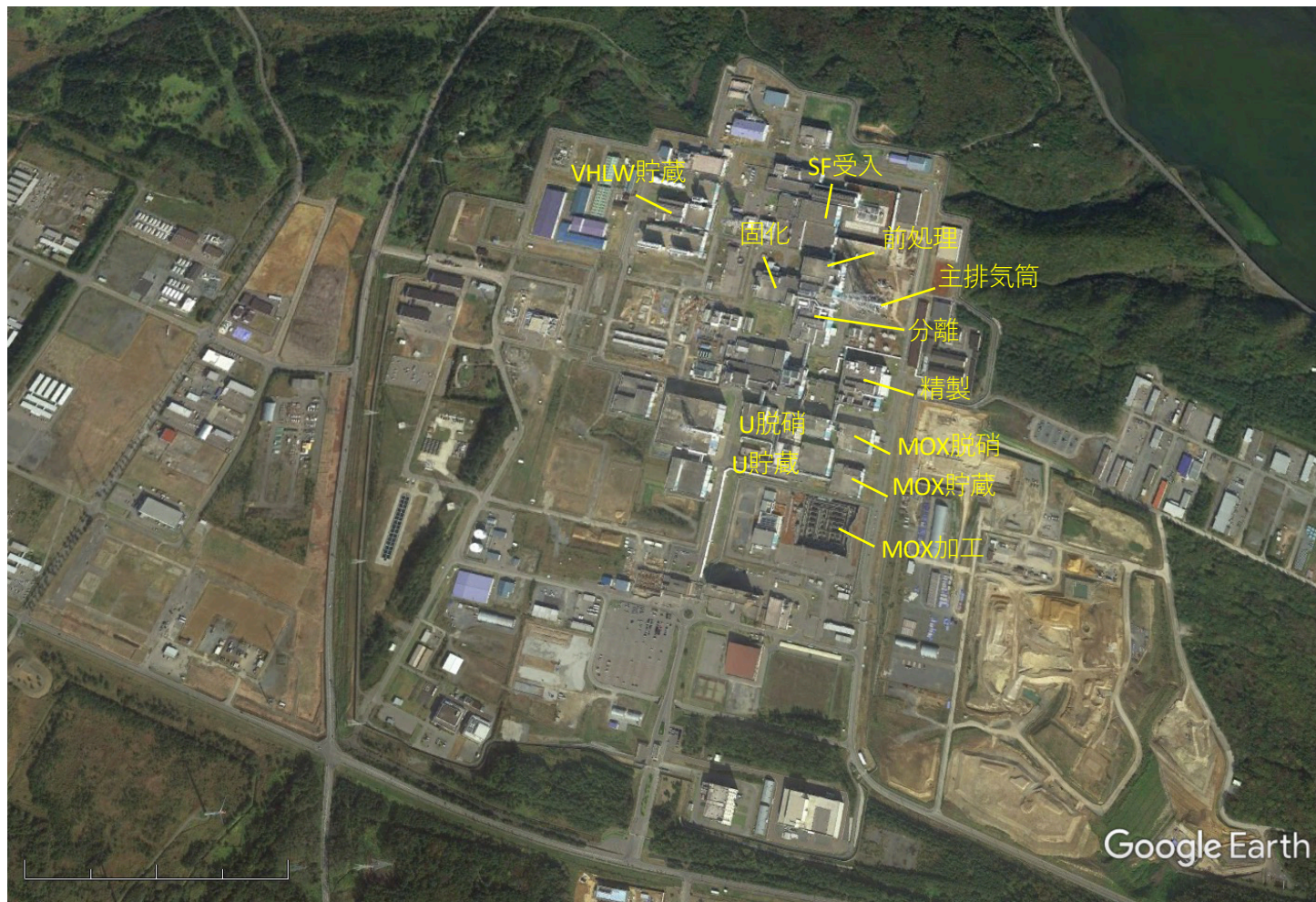
<https://cnic.jp/39484>

『原子力資料情報室通信』第570号（2021/12/1）

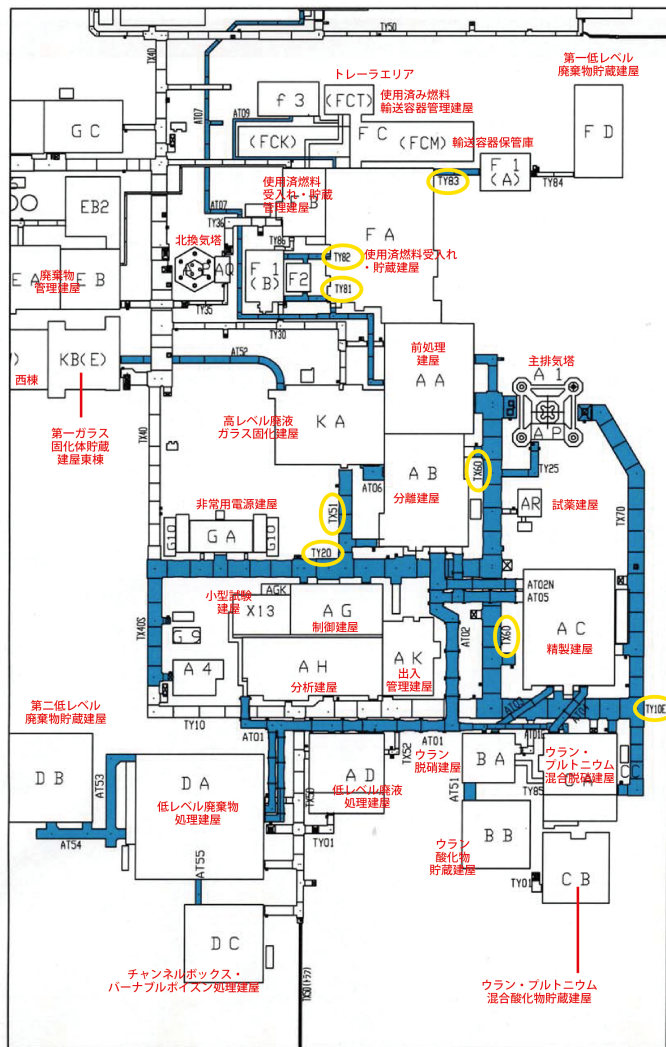
検査ができない再処理工場・直下地盤がゆれを増幅するMOX工場

<https://cnic.jp/40950>





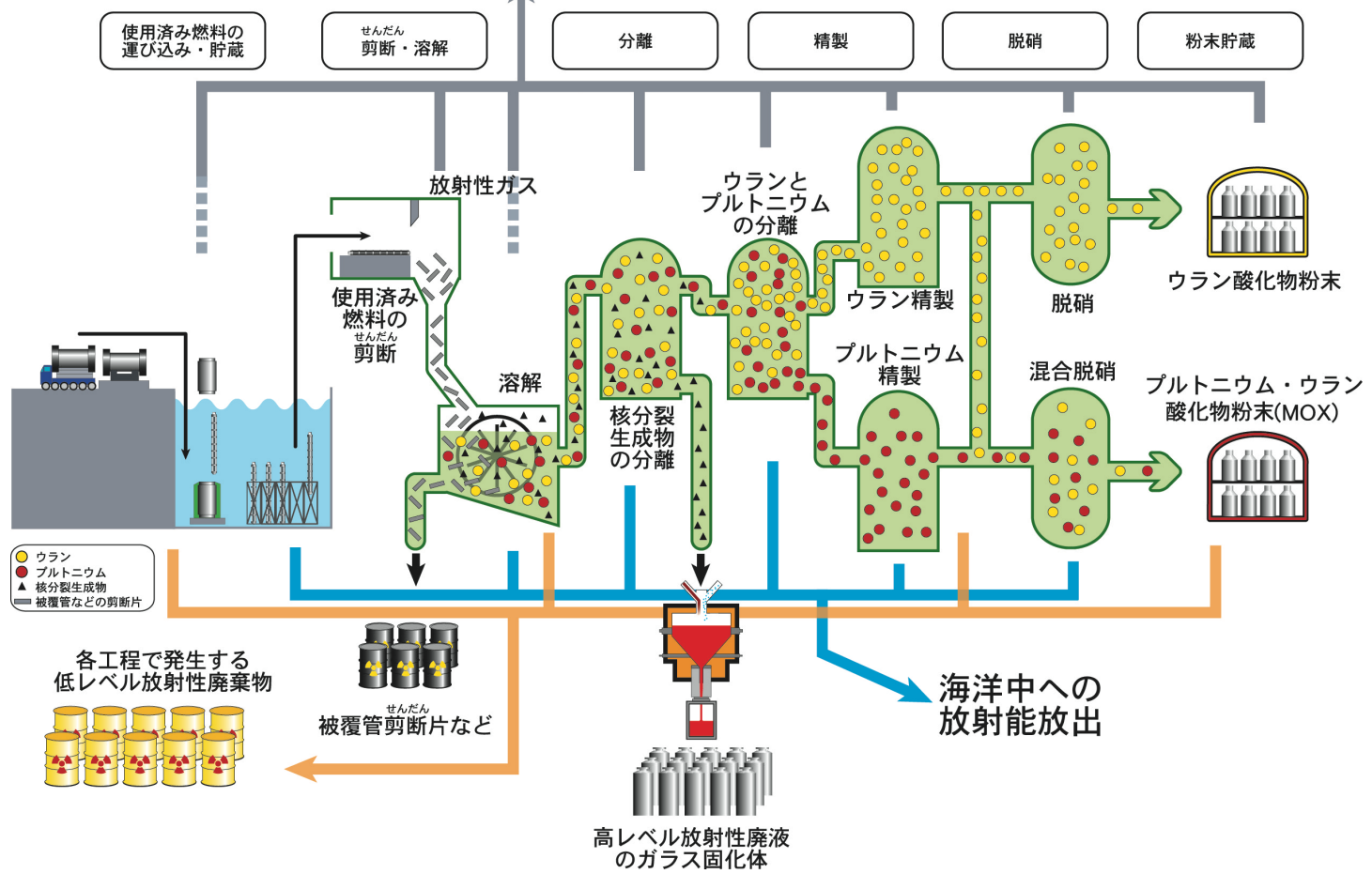
建屋間を結ぶ 洞道（地下トンネル）



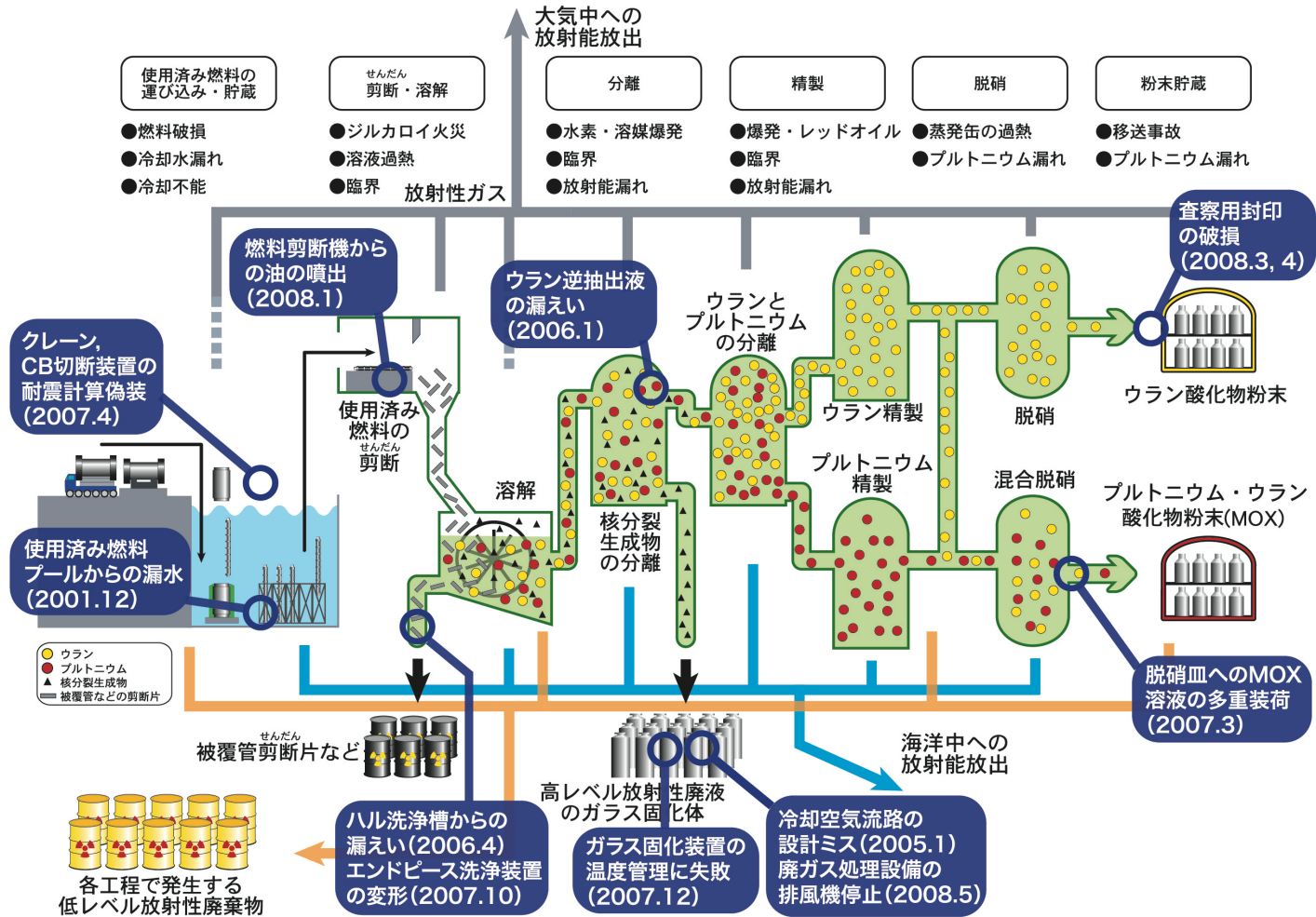
日本原燃
耐震バックチェック
報告書

再処理の工程

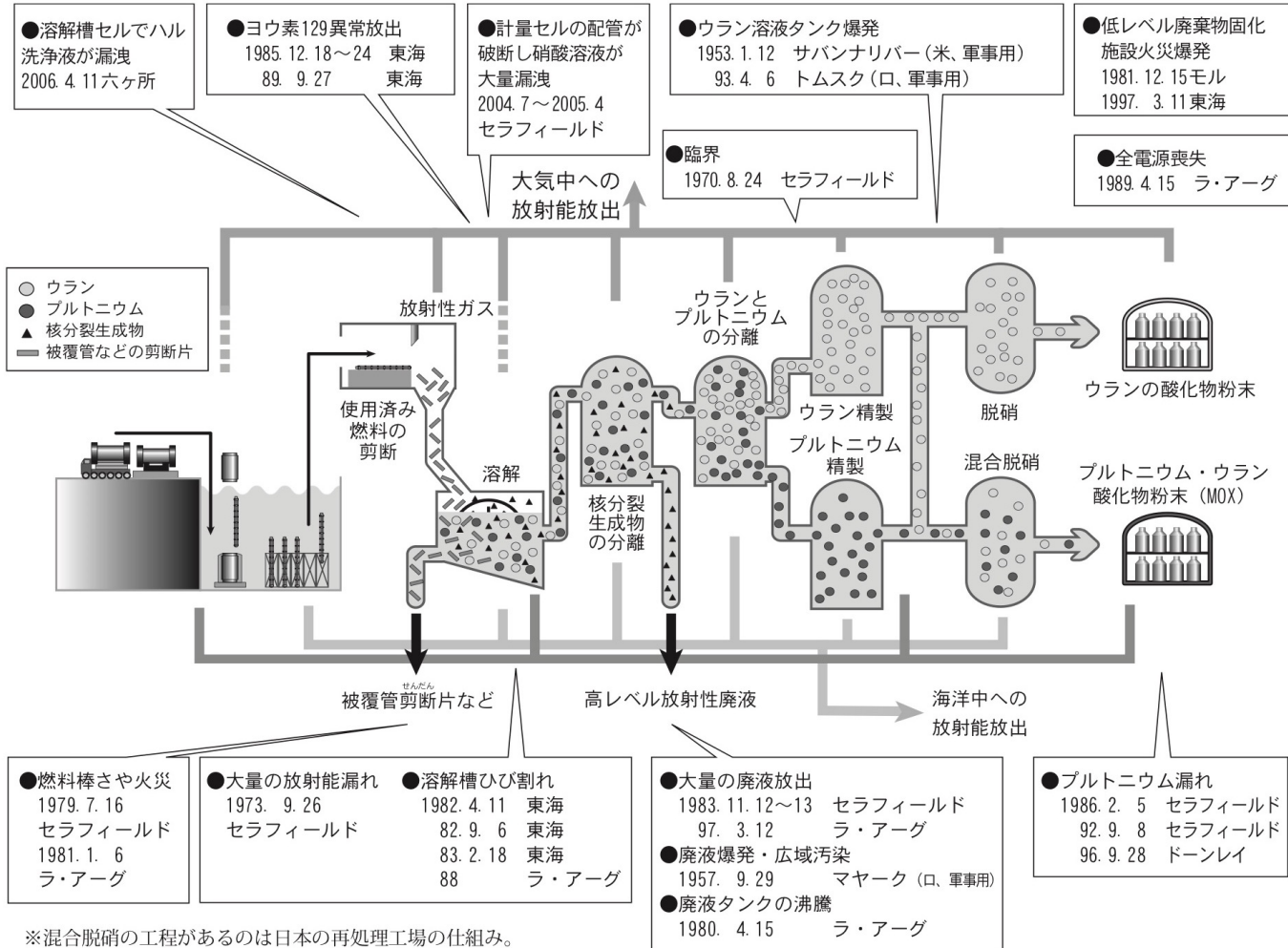
大気中への放射能放出



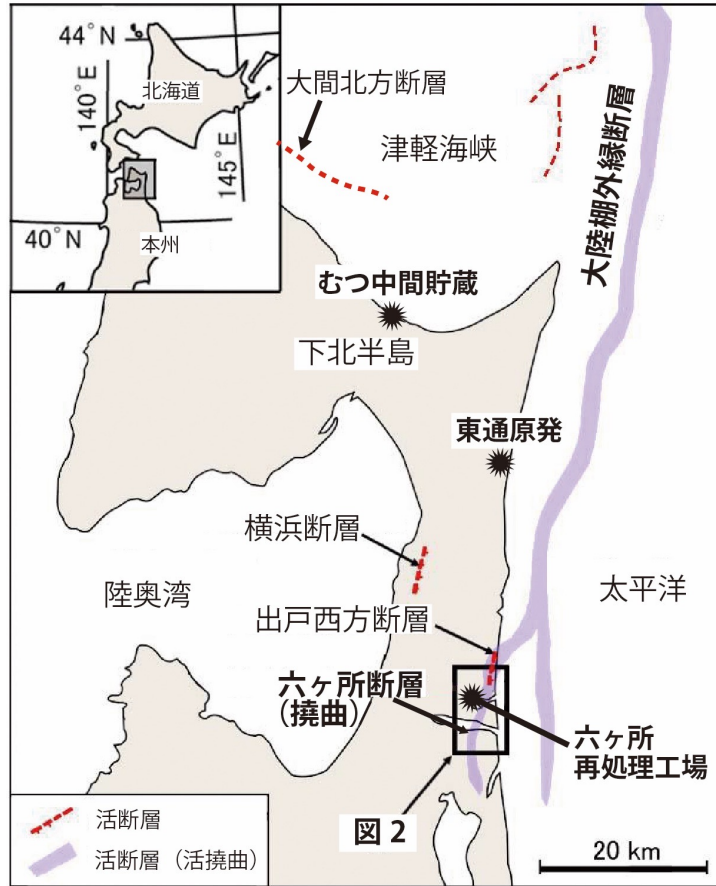
六ヶ所再処理工場の工程概要とおもな事故・故障



世界の再処理工場の事故



※混合脱硝の工程があるのは日本の再処理工場の仕組み。



下北半島周辺の活断層と六ヶ所再処理工場

▶ 下北半島の太平洋側の沖の海底には、高さ200メートル以上の崖があり、100km以上つづくこの崖は大陸棚外縁断層の活動によってつくられたものである。

▶ 大陸棚外縁断層は南の方で2つに分かれており、一方は陸側に乗り上げるかたちになっている（六ヶ所撓曲）。

▶ 日本原燃らが重要視している出戸西方断層（11km）は、これらにくらべるとごく小さな断層にすぎない。

▶ 池田安隆・奈良大教授は、海上音波探査記録の詳細な解析によって、大陸棚外縁断層は現在も活動を続けている活断層である、と認定している。

▶ 下北半島の形成過程に大陸棚外縁断層は深い関わりがある。1400万年前までは正断層として活動し、500-350万年前以降は現在まで逆断層として陸地を生成する役割を果たしている。

▶ 日本原燃による大陸棚外縁断層の線のひき方は、海上音波探査記録とは整合せず、恣意的なものであって、これをもとに断層の活動性は否定できない。

大陸棚外縁断層の海上音波探査データの解釈

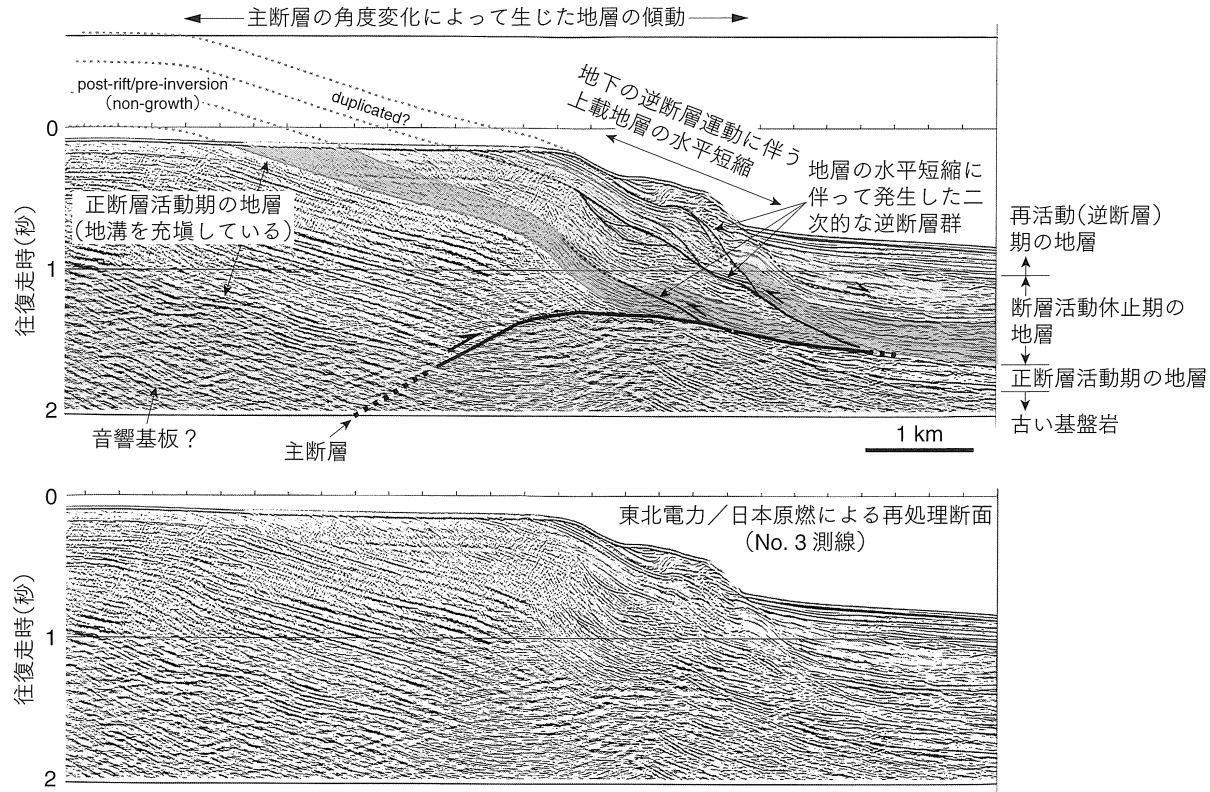


図5—No.3 側線に沿う地震探査断面の地質学的解釈

下図は図1のNo.3 測線に沿う反射法地震探査断面。上図は、これに筆者が地質学的解釈を加筆したもの。原子力安全委員会地震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会ワーキング・グループ4 提出資料(東北電力/日本原燃, 2010)および提出した資料(池田安隆, 2010)を簡略化したもの(いずれも http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/taishin_godo_WG4/taishin_godo_WG4_34/siryo4-1.pdf に含まれている)。

▶ 渡辺満久・東洋大教授は、海成段丘の解析、および、現地での露頭（地層）観察の結果、大陸棚外縁断層の南方陸側部分に、12万年前以降につくられた海成段丘面の広範にわたる海側への傾斜変形をみとめ、これを六ヶ所撓曲と呼び、**地下の六ヶ所断層の活動による地形**であると認定した。

▶ 出戸西方断層は、規模がはるかに小さく、六ヶ所断層の派生的な断層にすぎない。

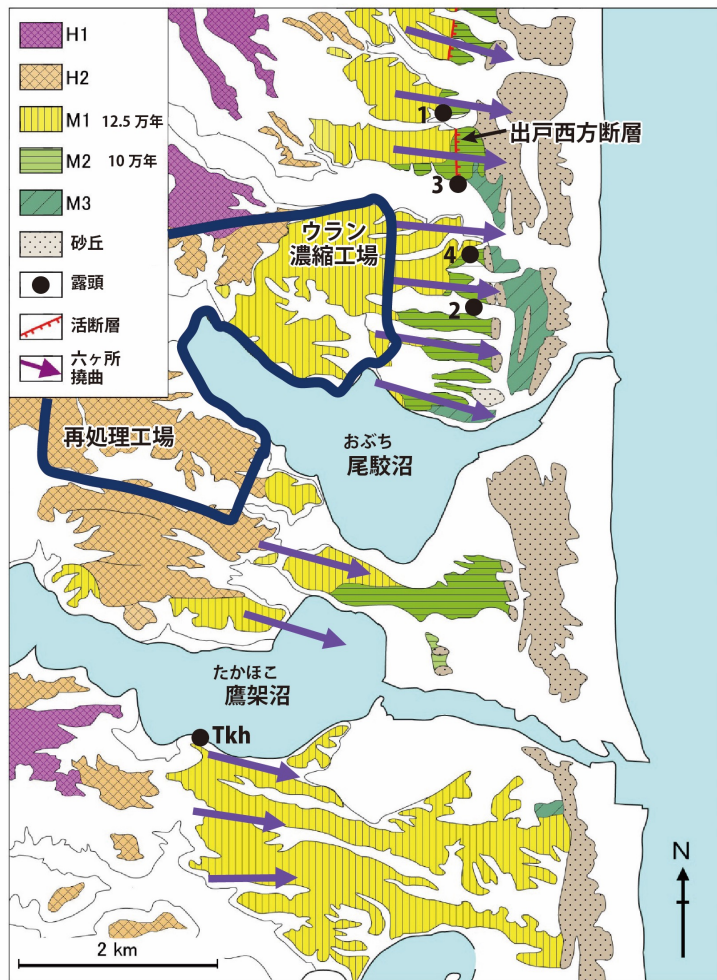


図2 六ヶ所再処理工場周辺の海成段丘と六ヶ所撓曲
(渡辺 2016 の図 2 をもとに筆者改変)

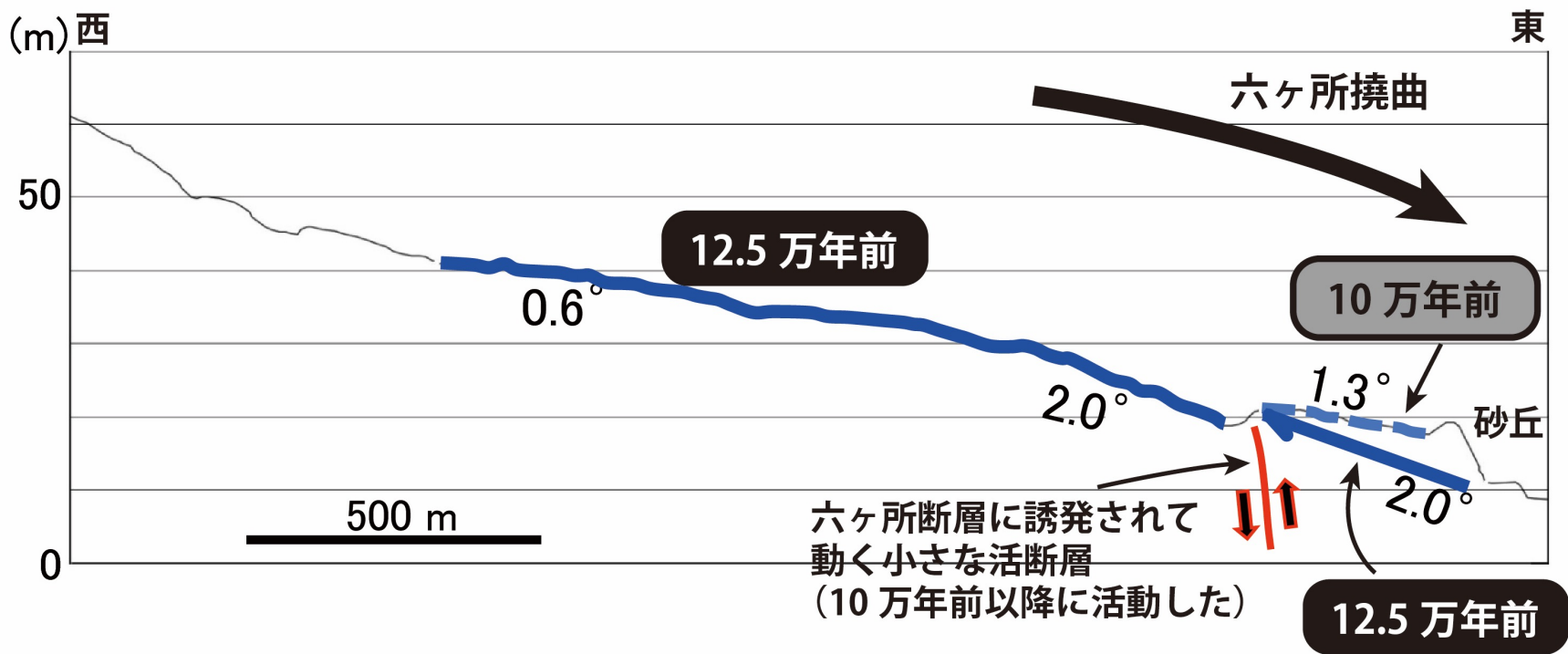


図 3 露頭 4 付近の東西方向の断面図 (渡辺 2018 をもとに筆者改変)

断層評価の誤りは 基準地震動の大幅な過小評価を導く

- 日本原燃の基準地震動Ssは、地表付近にわずかなキズ跡をしるしている出戸西方断層による地震である。
- 出戸西方断層の長さは、日本原燃の評価では、約11キロメートル
- 日本原燃は、**Mw（モーメントマグニチュード）6.5～6.7の規模の大きさの地震を想定し、結果として断層長さを28.7キロメートルとして設定している。**

六ヶ所断層と海底活断層が同時に活動すれば、 出戸西方断層の100倍以上のエネルギー

- 本来なら六ヶ所断層とその先につづく大陸棚外縁断層を対象に基準地震動Ssをもたらす地震を策定すべきである。
- 大陸棚外縁断層の総延長は、最大限みて150キロメートルとして、単純に経験式をつかって地震の規模を算定するとMj8.5～8.6になる。
- 地震のエネルギー規模にして100倍以上の地震となる。
- これだけの地震が敷地直下で発生したとすれば、地震動にして1000ガルをはるかに超える地震動を想定すべきこととなる。

出戸西方断層をもとに策定された地震動Ss700ガルに対応する耐震補強もされていない

- ▶ 六ヶ所再処理工場の各施設の耐震性はもともとかなり切迫したものであった（余裕がなかった）ため、耐震補強の必要な施設・機器は多数にのぼる。
- ▶ しかし、六ヶ所再処理工場はアクティブ試験などで、高濃度の放射能に汚染された施設・機器があり、物理的に耐震補強が著しく困難であるが、全く説明されていない。

▶ 基準地震動が450ガルの時点で、もともと「耐震裕度」が10～20パーセントほどしかなかった高放射性の溶液を含む設備や地下の洞道などの耐震補強はまったくすすめられていない。700ガルに耐えられることは全く論証されていない。

▶ 設備及び工事認可の変更申請（変更許可以前の申請のものでその後取り下げられた）で、耐震補強されたことが確認できるのは、北換気筒のオイルダンパーの設置・筒身中央部の補強、前処理建屋の燃料横転クレーン、第1ガラス固化体貯蔵建屋（東棟）とガラス固化体受け入れ建屋およびガラス固化体貯蔵建屋の屋根鉄骨の一部補強、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の貯蔵ホールの下部の支持部材など、現在から補強可能な箇所のみである。

▶ 高放射性の溶液を含む施設や地下の洞道などの耐震補強はまったくすすめられていない。本件施設の耐震性が確保されているかどうか、根本的な疑念がある。

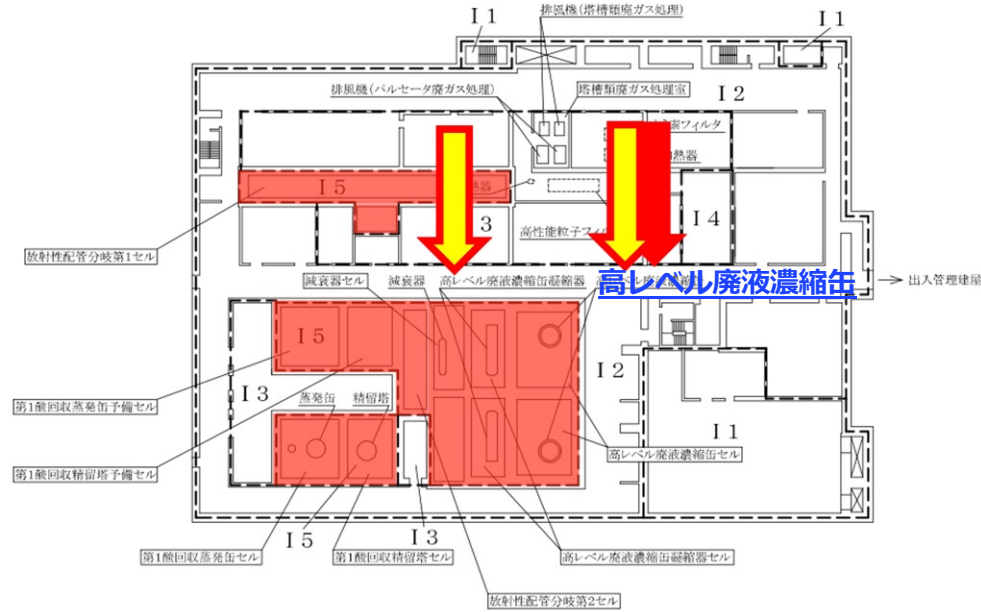
**六ヶ所再処理工場：耐震不足だが
補強工事ができない汚染された機器**

耐震性の低い設備・機器（分離建屋）

建屋	評価対象設備	耐震クラス	評価部位	応力分類	発生値 [N/mm ²]	評価基準値 [N/mm ²]	応力比	判定	評価方法
分離建屋 (AB)	高レベル廃液濃縮缶A	As	支持構造物	組み合わせ	非公開	非公開	0.91	○	b
	補助抽出廃液受槽	B (S2)	取り付けボルト	せん断	非公開	非公開	0.68	○	a1
	第1洗浄器	B*	架台	組み合わせ	非公開	非公開	0.82	○	a1
	パルセータ廃ガスデミスタ	A	胴板	一次+二次	非公開	非公開	0.70	○	a1
	漏えい液希釈溶液供給槽	A	基礎ボルト	引張り	非公開	非公開	0.84	○	a1
	溶解液中間貯槽（冷却コイル）	As	支持構造物	組み合わせ	非公開	非公開	0.76	○	a2
	溶解液供給槽（冷却コイル）	As	支持構造物	組み合わせ	非公開	非公開	0.78	○	a2
	抽出廃液中間貯槽(冷却コイル)	As	支持構造物	組み合わせ	非公開	非公開	0.71	○	a2
	第4一時貯留処理槽(冷却コイル)	As	支持構造物	組み合わせ	非公開	非公開	0.74	○	a2
	デミスタ	A	胴板	一次+二次	非公開	非公開	0.96	○	b
	よう素フィルタ後置フィルタ	A	胴板	一次+二次	非公開	非公開	0.67	○	a1
	高レベル廃液濃縮缶凝縮器A	A	胴板	一次+二次	非公開	非公開	0.75	○	a1
	高レベル廃液濃縮缶凝縮器B	A	胴板	一次+二次	非公開	非公開	0.75	○	a1

（「耐震バックチェック報告書（公開版）」より応力比が0.65以上のものを抜粋。）
 最大加速度450ガルの地震動による耐震安全性評価

レッドセルと耐震性の低い設備・機器 (分離建屋)



- レッドセル (レッド区域)
- ⇨ 耐震性の低い機器・設備 (バックチェック報告書で応力比が0.65[=450/700]以上)
- ⇨ 耐震性の低い機器・設備 (ストレステスト報告書で耐震裕度が1.55[=700/450]以下)

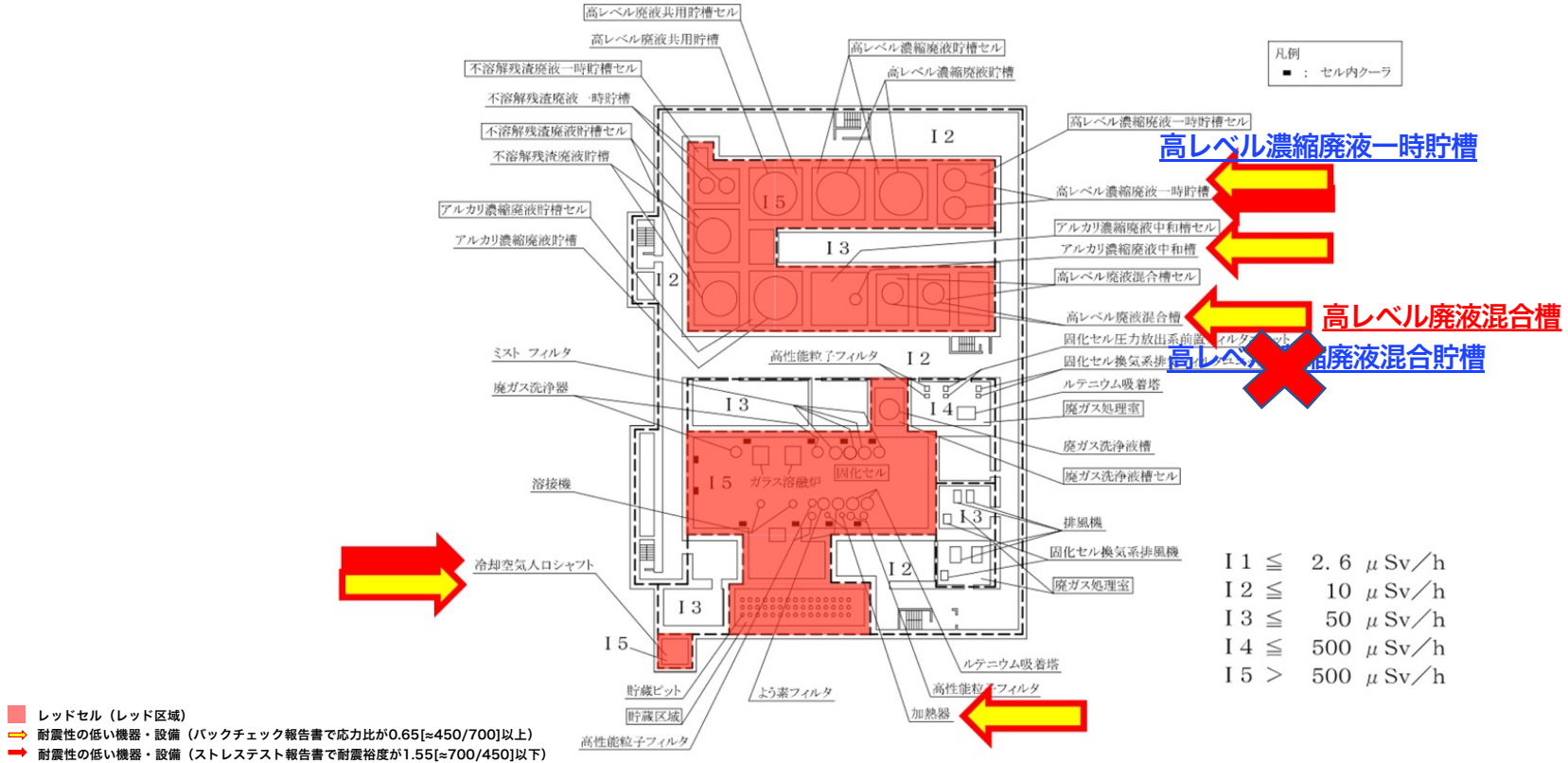
第1.3-29図 分離建屋遮蔽設計区分図(地上2階)

耐震性の低い設備・機器（高レベルガラス固化建屋）

建屋	評価対象設備	耐震クラス	評価部位	応力分類	発生値 [N/mm2]	評価基準値 [N/mm2]	応力比	判定	評価方法
高レベル廃液ガラス固化建屋 (KA)	第1・第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	As	取り付けボルト	引張り	非公開	非公開	0.68	○	a1
	高レベル廃液混合槽A	As	取り付けボルト	引張り	149	185	0.81	○	b
	供給槽A・B	As	取り付けボルト	引張り	136	153	0.89	○	a1
	第1高レベル濃縮廃液貯槽冷却水A・B中間熱交換器	As	底板	組み合わせ	非公開	非公開	0.81	○	b
	第2高レベル濃縮廃液貯槽冷却水A・B中間熱交換器	As	底板	組み合わせ	非公開	非公開	0.81	○	b
	安全冷却水系A系・B系中間熱交換器	As	底板	組み合わせ	非公開	非公開	0.73	○	b
	高レベル廃液共用貯槽冷却水A・B中間熱交換器	As	底板	組み合わせ	非公開	非公開	0.81	○	b
	第1排風機A・B冷却器	A (S2)	ラグ	組み合わせ	177	205	0.87	○	a1
	高レベル廃液混合槽B	As	取り付けボルト	引張り	149	185	0.81	○	b
	アルカリ濃縮廃液中和槽	B (S2)	取り付けボルト	引張り	131	153	0.86	○	a1
	安全冷水A・B冷凍機（凝縮器）	A (S2)	銅板	一次＋二次	307	457	0.68	○	a1
	固化セル移送台車A・B	As	転倒防止装置（ピン）	組み合わせ	177	205	0.87	○	a1
	ガラス固化体取扱ジブクレーン	B (S2)	クレーン取り付けボルト	引張り（鉛直）	184	206	0.90	○	b
	廃ガス洗浄塔	A	取り付けボルト	引張り	非公開	非公開	0.74	○	a1
	デミスタ	A	取り付けボルト	引張り	非公開	非公開	0.82	○	b
	供給液槽A・B	A	銅板	一次＋二次	216	288	0.75	○	a1
	廃ガス洗浄塔	A	取り付けボルト	引張り	非公開	非公開	0.78	○	a1
	デミスタ	A	取り付けボルト	引張り	非公開	非公開	0.82	○	a1
	第1・2吸取塔	A	取り付けボルト	引張り	108	153	0.71	○	a1
	加熱器A・B	A	ラグ	組み合わせ	149	197	0.76	○	b
	ルテニウム吸着塔A・B加温器	A	ラグ	組み合わせ	174	205	0.85	○	a1
	純水中間貯槽	A	基礎ボルト	引張り	136	185	0.74	○	a1
	洗浄塔	A	取り付けボルト	引張り	102	153	0.67	○	a1
迷路版（冷却空気入口シャフト側）	— (S1)	架構最大応力点	発生応力	74	100	0.74	○	a1	

（「耐震バックチェック報告書（公開版）」より応力比が0.65以上のものを抜粋。）
最大加速度450ガルの地震動による耐震安全性評価

レッドセルと耐震性の低い設備・機器 (高レベルガラス固化建屋)



第1.3-60図 高レベル廃液ガラス固化建屋遮蔽設計区分図(地下4階)

中越沖地震対応打合わせ(通称 御前会議)で、
「新潟県中越沖地震の耐震バックチェックへの反映について」議論

資料3

新潟県中越沖地震の耐震バックチェックへの反映について

平成19年12月16日
原子力設備管理部
新潟県中越沖地震対策センター

社内関係者限り

この資料には当社の知的財産が含まれて
います。取扱は十分注意願います。



東京電力

V. 680Galによる耐震バックチェックへの影響

■ 電事連で集約した現状の見通し

● 当社

- ◆ 福島第一・第二とも600Galバックチェック波の応答とほぼ同等
(補強工事費は1000億円程度、工程は5年程度を想定)

● 北陸電力志賀原子力発電所：1審敗訴→控訴して2審係争中

- ◆ 裁判所より新指針への適合を問われ、耐震バックチェックの報告書を3月中に提出予定
→680Galによるチェックが加わると間に合わず、控訴審に大きな影響

● 日本原燃六ヶ所再処理施設：450Galで耐震バックチェック終了

- ◆ 450Galに対してほとんど余裕の無い機器が存在
- ◆ 680Galの入力→レッドセル内の機器が要補強となるが、アクセス困難

● 各社とも耐震バックチェックを実施中

- ◆ 一部サイトでは耐震裕度向上のための工事をすでに実施済み
- ◆ 680Galによるチェックが加わった場合、バックチェックの終了が1年近く遅れ、工事範囲の拡大等様々な影響が予想される

680Galへの対応は困難が予想される

対応策案記述の意味

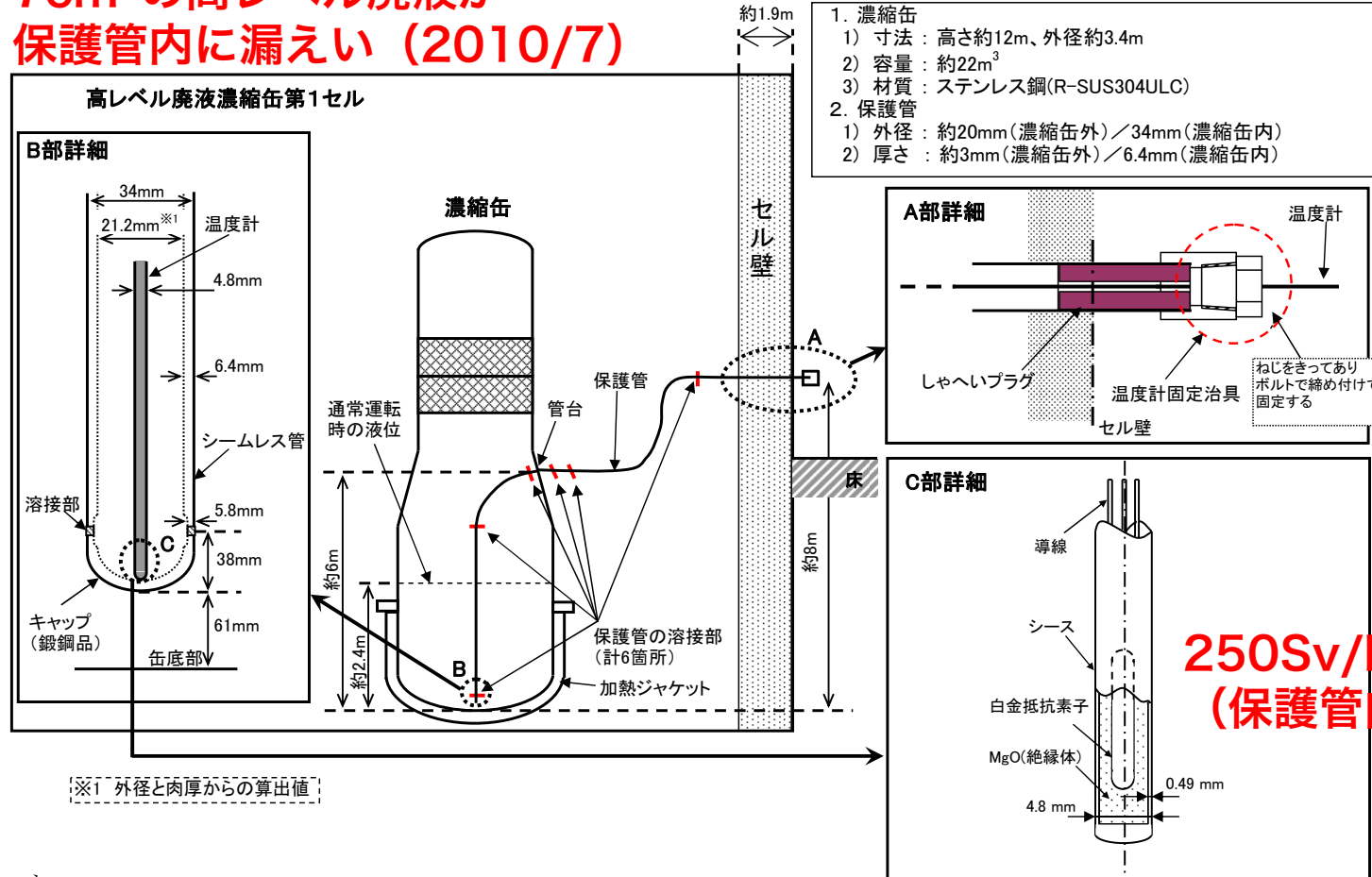
中越沖地震の際の柏崎刈羽 1 号炉において観測された地震動を、解放基盤表面のはぎ取り波であれ、基礎版上の地震動であれ、水平展開することに、東電などの電力会社が耐震設計の強化に全力で抵抗していること、基礎版上で 6 8 0 Gal の地震動には、本件再処理施設は耐えられず、耐震補強は著しく困難、すなわち事実上は困難であり、対策がなくお手上げ状態であることが示されている。

レッドセル内はどれほど汚染がひどいのか

**分離建屋の高レベル廃液濃縮缶
(温度計交換作業中の漏えい)**

**使用済み燃料貯蔵プール
(水位が下がったら)**

7cm³の高レベル廃液が 保護管内に漏えい (2010/7)



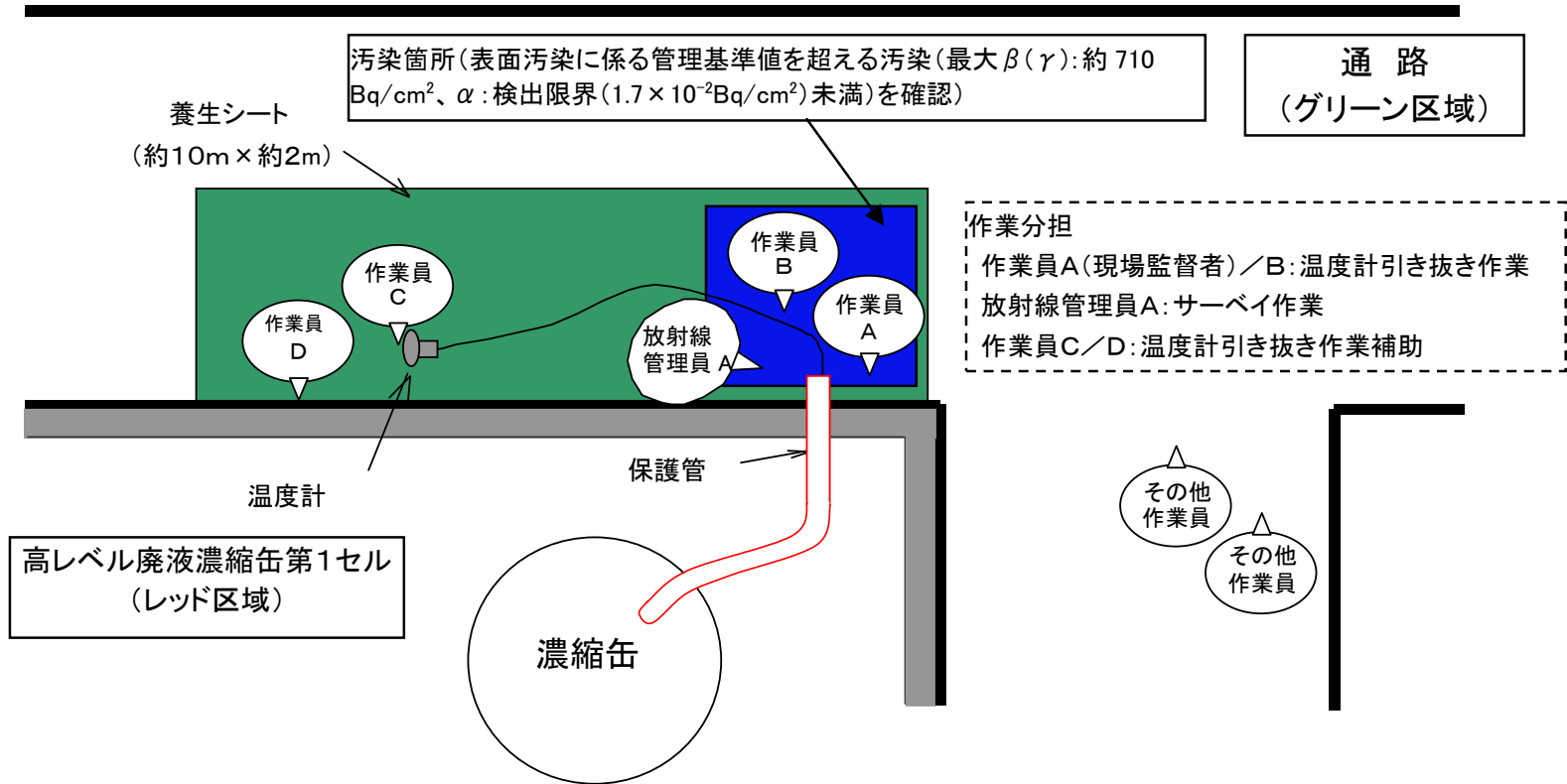
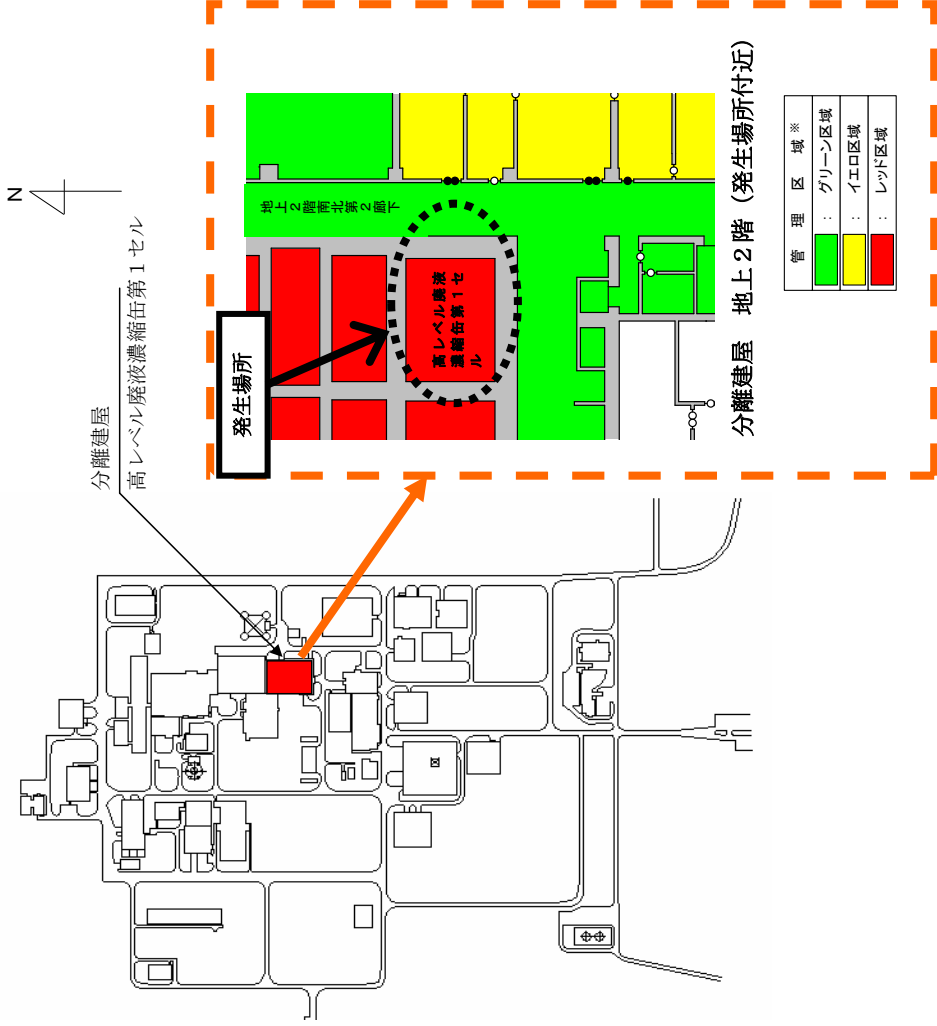
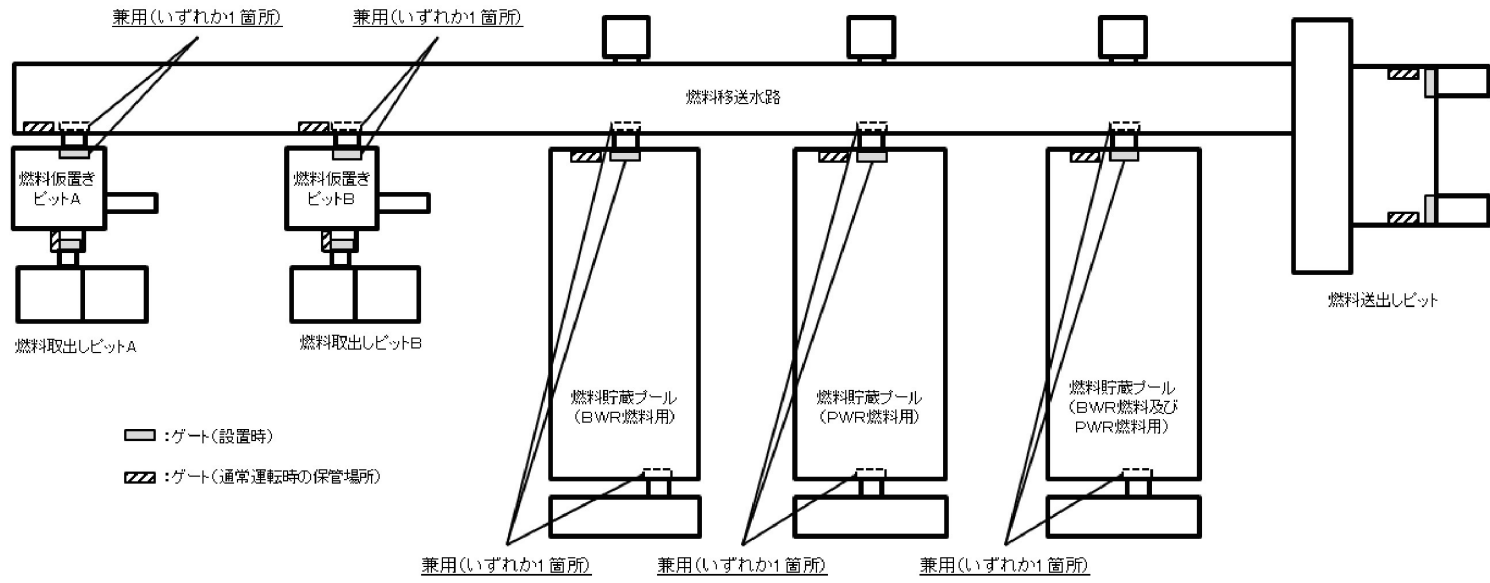


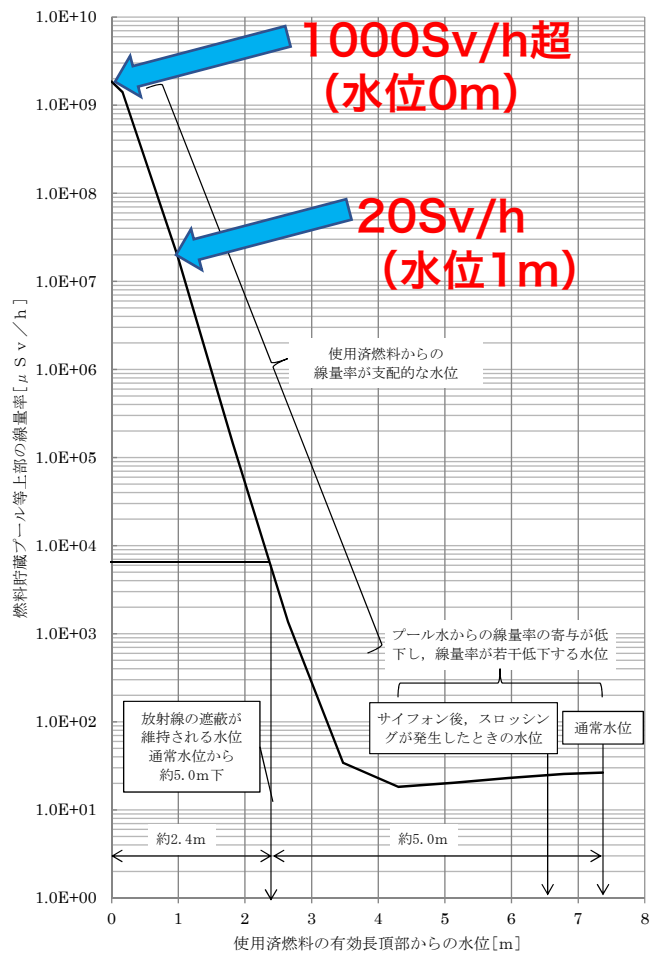
図 1 温度計引き抜き作業の状況





六ヶ所再処理工場の使用済み燃料プールのゲートの設置状態
 (日本原燃の審査資料より抜粋)

使用済み燃料を約2968トン (BWR燃料1484トン, PWR燃料1484トン) を貯蔵中.



第 7.5-15 図 想定事故 2 における燃料貯蔵プール等の水位と線量率の関係

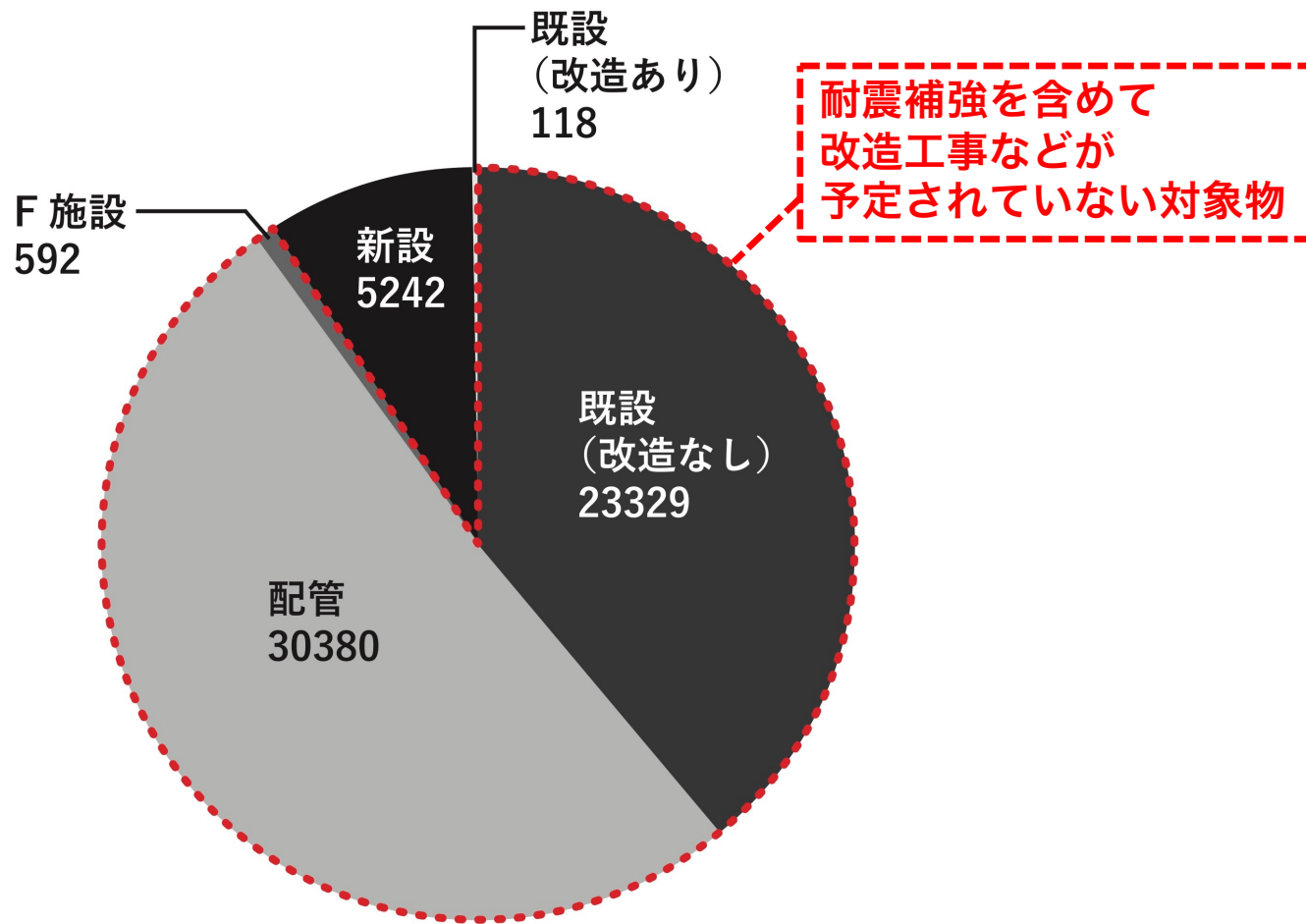
**検査ができない再処理工場
直下地盤がゆれを増幅するMOX工場**

直接検査できない機器が多数

37680箇所の対象物（約70%）について、アクセスが困難なため日本原燃は**実検査はおこなわず**に記録の確認で使用前事業者検査に代替

たとえアクセス可能で実検査ができたとしても、**記録確認ですませて**しまわないか心配

「既設（改造あり）」の対象物が118箇所と少なく、**必要な耐震補強などをごまかしている**のではないか



使用前事業者検査対象の分類

使用前事業者検査の対象となる建物・構築物・機器・配管の分類

分類	対象		検査の方針
新設 5242		5242	実検査可能.
既設（改造あり） 118		118	実検査可能.
既設（改造なし） 23329	アクセス困難なセル内の機器	2251	記録による確認.
	アクセス困難なセル外の機器	2296	記録による確認.
	アクセス可能な機器	16358	実検査可能.
	建物・構築物	2424	記録により確認.
配管 30380	重大事故等対処設備の配管	5130 (セル内2183)	記録により確認.
	その他	25250	記録により確認.
F施設 592	アクセス困難な機器	329	記録により確認.
	アクセス可能な機器	263	実検査可能.

54301箇所の検査対象のうち、
オレンジで色をつけた部分**37680箇所（約70%）**が実検査なし

使用前事業者検査として日本原燃が実際におこなう項目

【材料検査】

使用材料の化学成分・機械的強度などが設工認通りであること

【寸法検査】

寸法（高さ、幅、奥行、板厚）が設工認通りであること

【耐圧・漏えい検査】

検査圧力に耐え漏えいがないこと

【据え付・外観確認】

設工認通りに据え付けられ、外観に有害な欠陥がないこと

日本原燃による

既設設備に対する腐食を考慮する容器等の使用前事業者検査の判定基準

「既設の腐食を考慮する容器等は、設計腐食代（しろ）を確保していること及び試験運転による腐食の進行を考慮しても技術基準を満足していることが必要」

【寸法検査】

- (1)新設時の板厚が「公称値の許容範囲内（素材の公差及び加工公差）」
- (2)現状の板厚が「最小厚さ以上」
- (3)「初回の定期事業者検査までの期間以上板厚が確保できること」

問題点

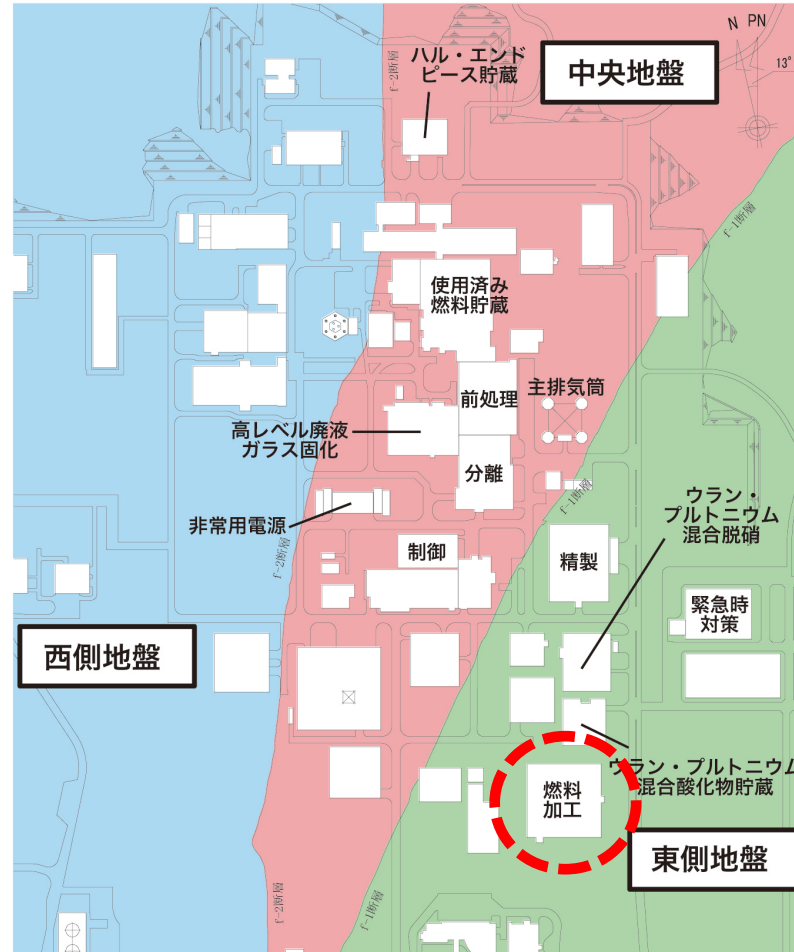
(1)は一応確認できるとしても、(1)から(2)について危険性を過小評価することなく科学的に推測することは困難で、(2)から(3)への同様のステップはさらに難しくなる。腐食の進行の速さを想定するにも現場の状況がわからなければはじまらない。さらに以降の定期事業者検査では不確実さが大きくなるため、より状況の把握が困難になり、容器や配管から使用済み燃料の硝酸溶液が大量に漏えいしてはじめて破損がわかる、ということになりかねない。

敷地地盤データの更新によって 燃料加工建屋のゆれが増幅

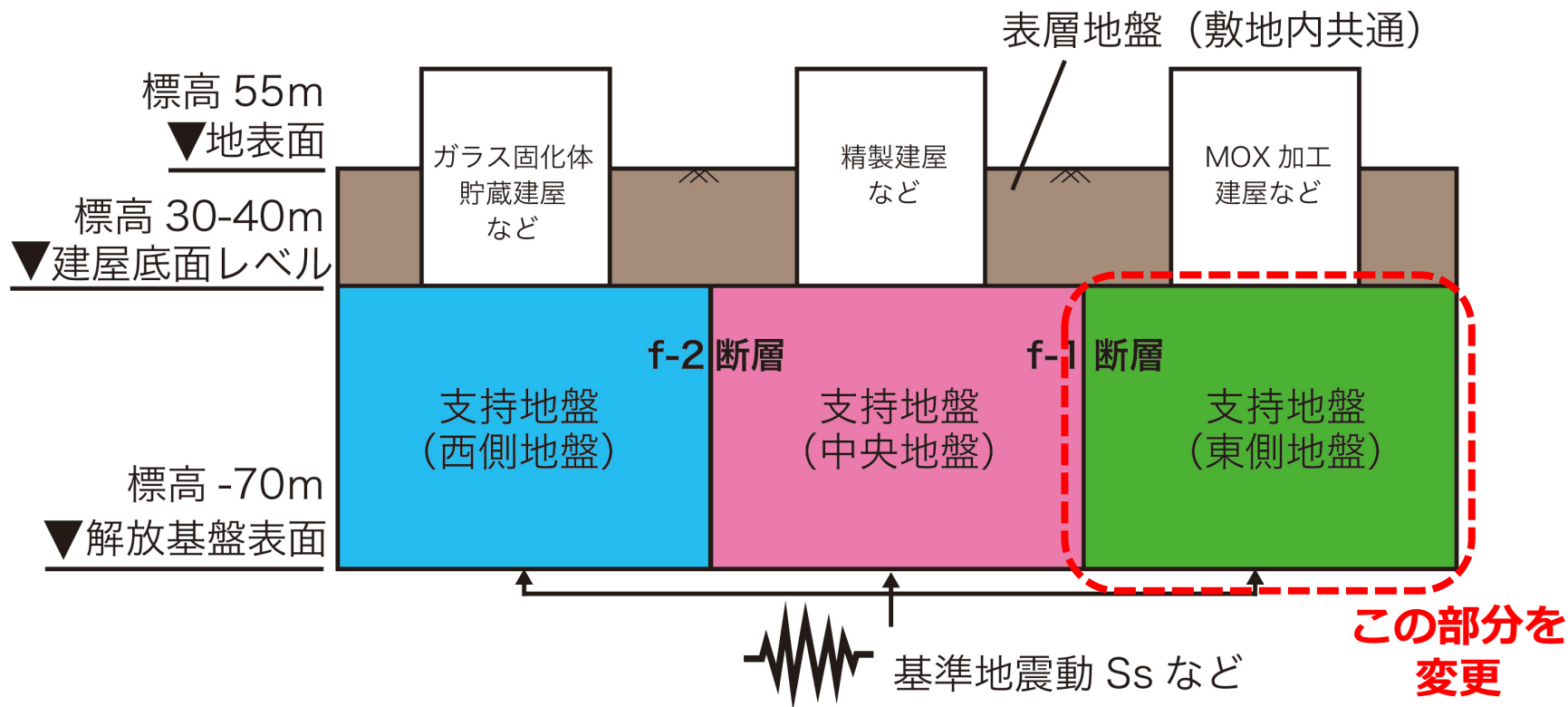
燃料加工建屋の地震応答解析を実施するにあたって、日本原燃は以前の設工認のときの地盤モデルをそのまま採用して、**新たに取得したデータを使用せず**

地盤モデルを更新して、地震解析をおこなったところ**最大加速度が4割ほど大きな値**

六ヶ所再処理工場敷地内の断層と日本原燃による地盤の区分



f-2 断層 f-1 断層



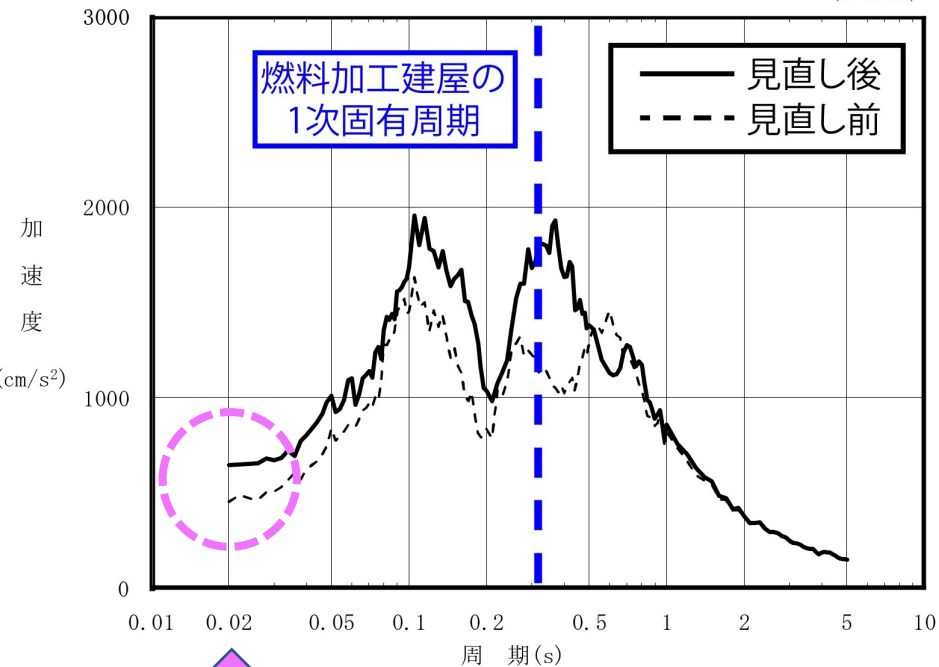
日本原燃による地盤モデルの概要図



敷地内の建屋配置と地盤データ取得位置

燃料加工建屋の基礎版底面における入力地震動の比較 (Ss-A)

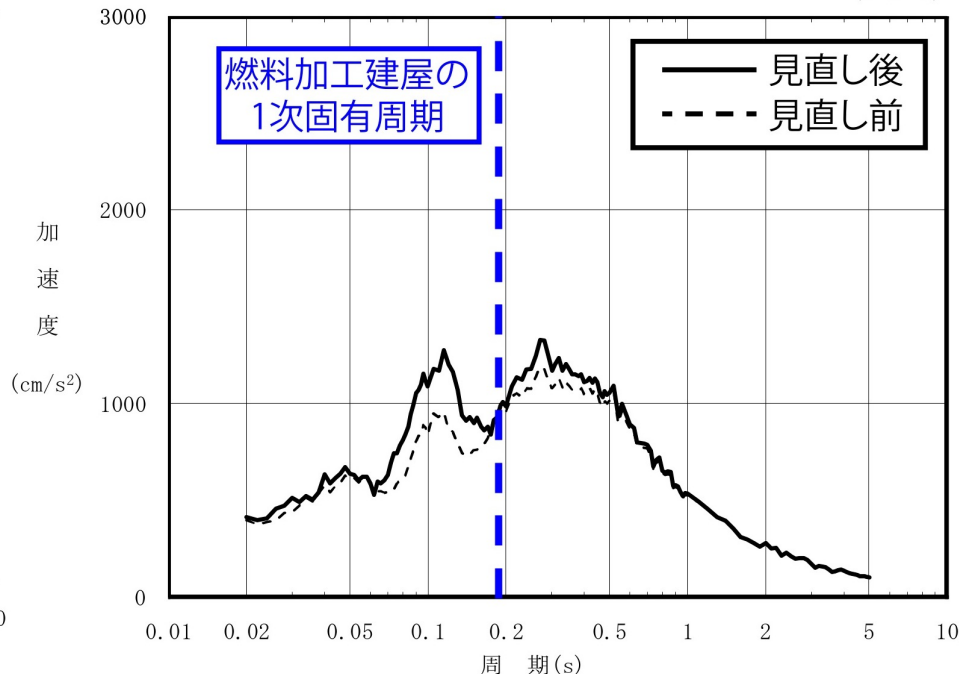
(h=0.03)



水平方向 (Ss-A)

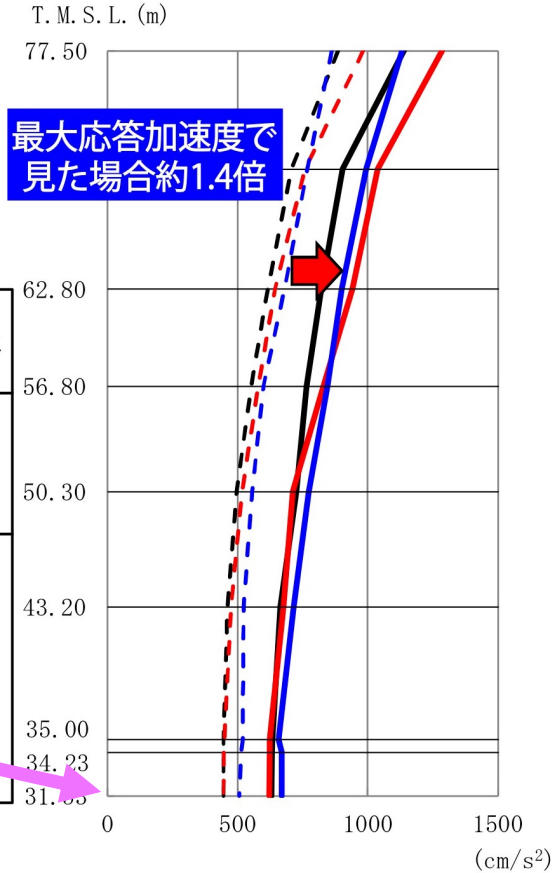
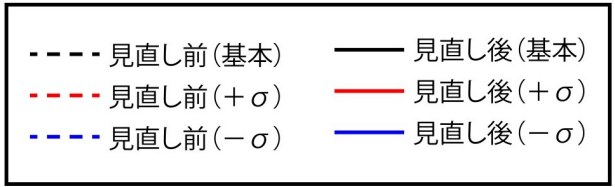
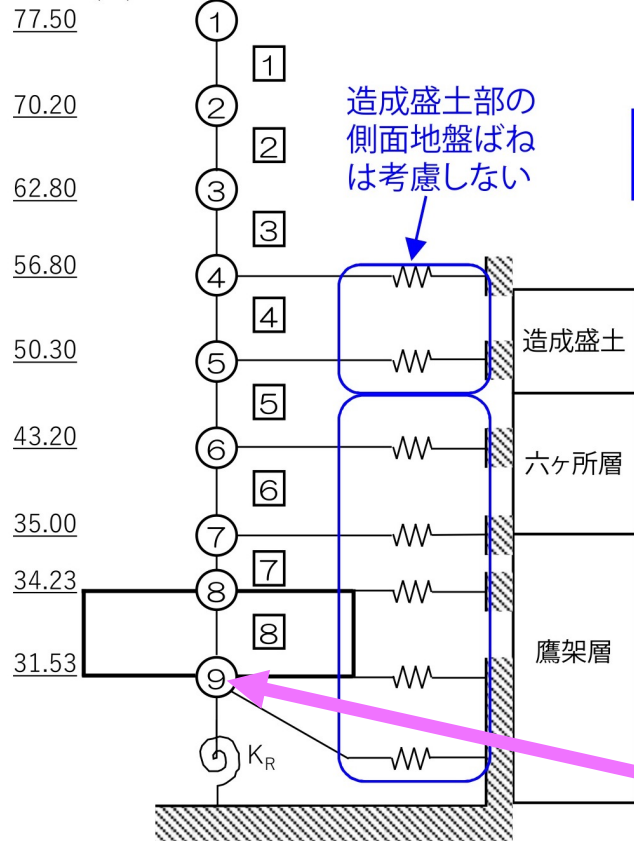
最大応答加速度

(h=0.03)



鉛直方向 (Ss-A)

標高
T.M.S.L.(m)



燃料加工建屋の最大応答加速度の比較 (Ss-A)