

# 東京電力福島第一原子力発電所に関する課題

## ～原子力規制機関の視点から～

2021年11月1日

原子力規制庁  
金子 修一

# 1. 主要なリスク

---

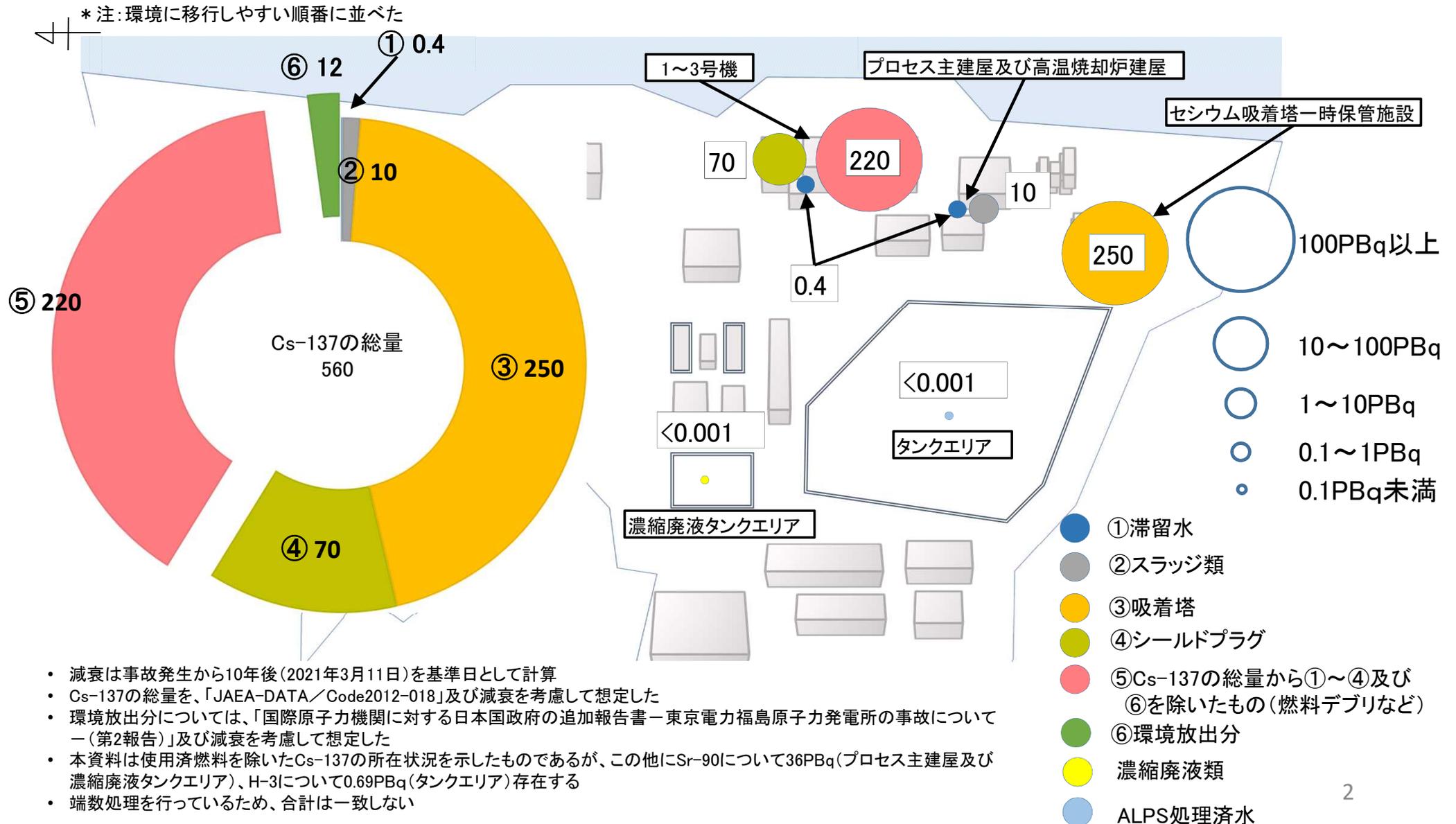
## 人や環境へ影響を与えるリスクへの対策

- 原子炉建屋等の滞留水の処理
- プロセス主建屋等の地下階にあるゼオライト土嚢の撤去及び安定化
- 除染装置スラッジの移送及び安定化
- 地震・津波等による建造物の倒壊・損傷への対処
- その他留意が必要なリスクへの対策(上記と比べ外部への影響が大きいもの)
  - ・ALPSスラリーの安定化
  - ・使用済吸着塔の屋内保管
  - ・1号機及び2号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

# 1. 主要なリスク

放射性物質(主にCs-137)の所在状況(使用済燃料は除く) (単位;PBq)

	種類(*注)	性状	現在の状態
①	滞留水	液状	原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋に滞留する高濃度汚染水
②	スラッジ類	液状・固形状	汚染水処理初期に発生した沈殿物・汚染水移送前に敷設されたゼオライト土嚢
③	吸着塔	固形状(含水)	汚染水処理に使われた吸着材を保管する金属容器(屋外一時保管)
④	シールドプラグ	固形状(詳細不明)	格納容器の上にある遮へい蓋(事故時に放出された高放射能が下面に付着)
⑤	Cs-137の総量から①~④及び⑥を除いたもの(燃料デブリなど)	固形状(詳細不明)	原子炉建屋内に残っている燃料デブリ等



- 減衰は事故発生から10年後(2021年3月11日)を基準日として計算
- Cs-137の総量を、「JAEA-DATA/Code2012-018」及び減衰を考慮して想定した
- 環境放出分については、「国際原子力機関に対する日本国政府の追加報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について—(第2報告)」及び減衰を考慮して想定した
- 本資料は使用済燃料を除いたCs-137の所在状況を示したものであるが、この他にSr-90について36PBq(プロセス主建屋及び濃縮廃液タンクエリア)、H-3について0.69PBq(タンクエリア)存在する
- 端数処理を行っているため、合計は一致しない

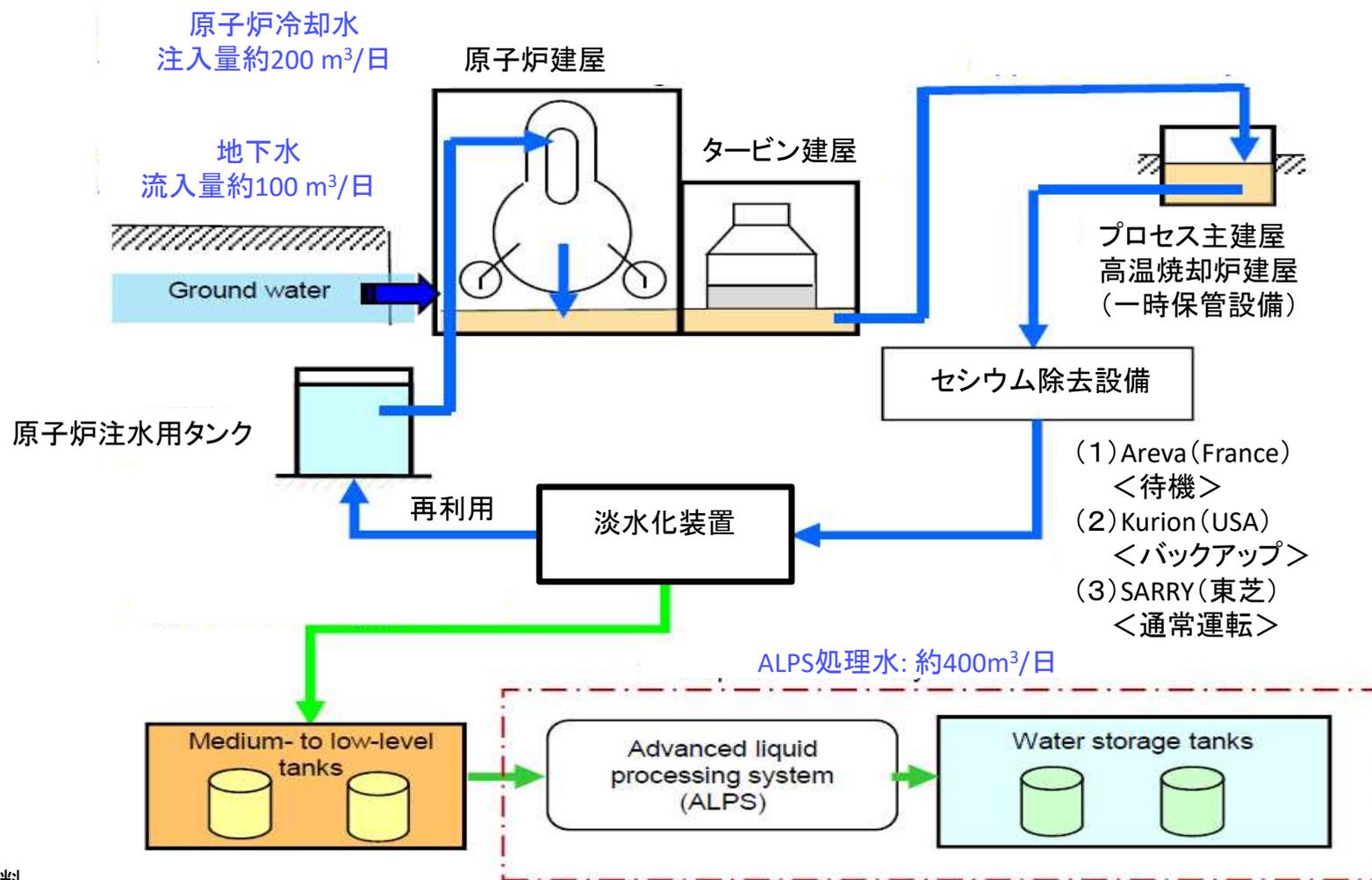
# 1. 主要なリスク

東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(主要な目標)

分野	液状の放射性物質	使用済燃料	固形状の放射性物質	外部事象等への対応	廃炉作業を進める上で重要なもの	
(年度)	原子炉注水停止に向けた取組	2号機燃料取り出し遮へい設計等	大型廃棄物保管庫(Cs吸着材入り吸着塔)設置	分析施設本格稼働分析体制確立	建屋開口部閉塞等【津波】	労働安全衛生環境の継続的改善 品質管理体制の強化
2021	1・3号機S/C水位低下に向けた取組	乾式貯蔵キャスク増設開始		1号機の格納容器内部調査	建屋周辺フェーシング範囲の拡大【雨水】～2023	シールドプラグ付近の汚染状態把握 1,2号機排気筒下部の高線量SGTS配管等の撤去
2022	タンク内未処理水の処理(2023以降も継続)	6号機燃料取り出し開始 2号機原子炉建屋オペフロ遮へい・ダスト抑制～2023	増設焼却設備運用開始 ALPSスラリー(HIC)安定化処理設備設置	2号機燃料デブリ試験的取り出し・格納容器内部調査・性状把握 減容処理設備・廃棄物保管庫(10棟)設置		高線量下での被ばく低減 建物等からのダスト飛散対策 多核種除去設備処理済水の海洋放出等(時期未定) シールドプラグ汚染を考慮した各廃炉作業への影響を検討
2023	原子炉建屋内滞留水の半減・処理(2021年度までにα核種除去方法の確立)	1号機原子炉建屋カバー設置	除染装置スラッジの回収着手 燃料デブリ取り出しの安全対策(時期未定) プロセス主建屋等ゼオライト等の回収着手(2021年度までに手法検討)			
今後の更なる目標	プロセス主建屋等ドライアップ	5号機燃料取り出し開始	分析第2棟等の燃料デブリ分析施設の設置	建物構築物・劣化対策・健全性維持		
2024～	原子炉建屋内滞留水の全量処理	乾式貯蔵キャスク増設エリア拡張 1・2号機燃料取り出し 全号機使用済燃料プールからの燃料取り出し	瓦礫等の屋外保管の解消 廃棄物のより安全・安定な状態での管理	取り出した燃料デブリの安定な状態での保管	建屋外壁の止水【地下水】	
						周辺の地域や海域等への影響を特に留意すべきリスクへの対策 留意すべきであるが比較的外部への影響が小さいリスクへの対策



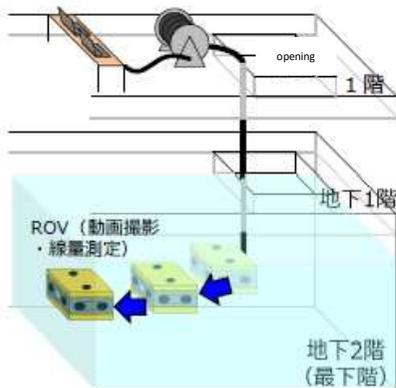
# 1. 主要なリスク: 建屋滞留水の処理



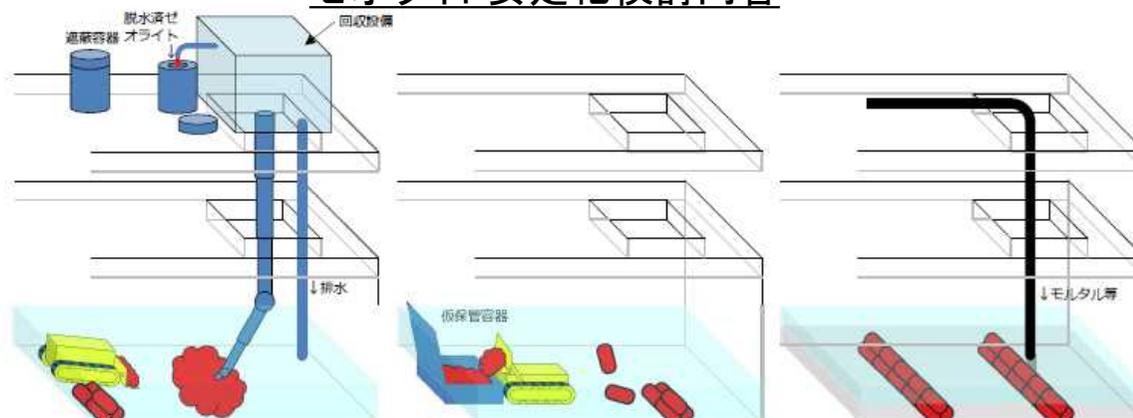
# 1. 主要なリスク: 高線量のゼオライト土嚢

- ・2018年12月、東京電力はプロセス主建屋(PMB)及び高温焼却炉建屋(HTI)の地下階の線量率を調査、最下階において高線量を確認(PMB:2,600mSv/h、HTI:800mSv/h)
- ・事故後にPMB及びHTIに貯留する滞留水中の放射性物質を吸着するために設置されたゼオライト土嚢により高線量となっており、土嚢の最大線量率は、PMBで約3000mSv/h、HTIで約4000mSv/h
- ・PMB及びHTIにおける滞留水はゼオライト土嚢からの放射線を遮へいすることにもなっており、滞留水を取り除くためには、空気中におけるゼオライト土嚢からの放射線を遮へいすることが必要

操作場所(作業環境線量の低いHTIの1階から地下2階(最下階)へROVを投入)  
※作業環境は約0.1~0.3 mSv/h



## ゼオライト安定化検討内容

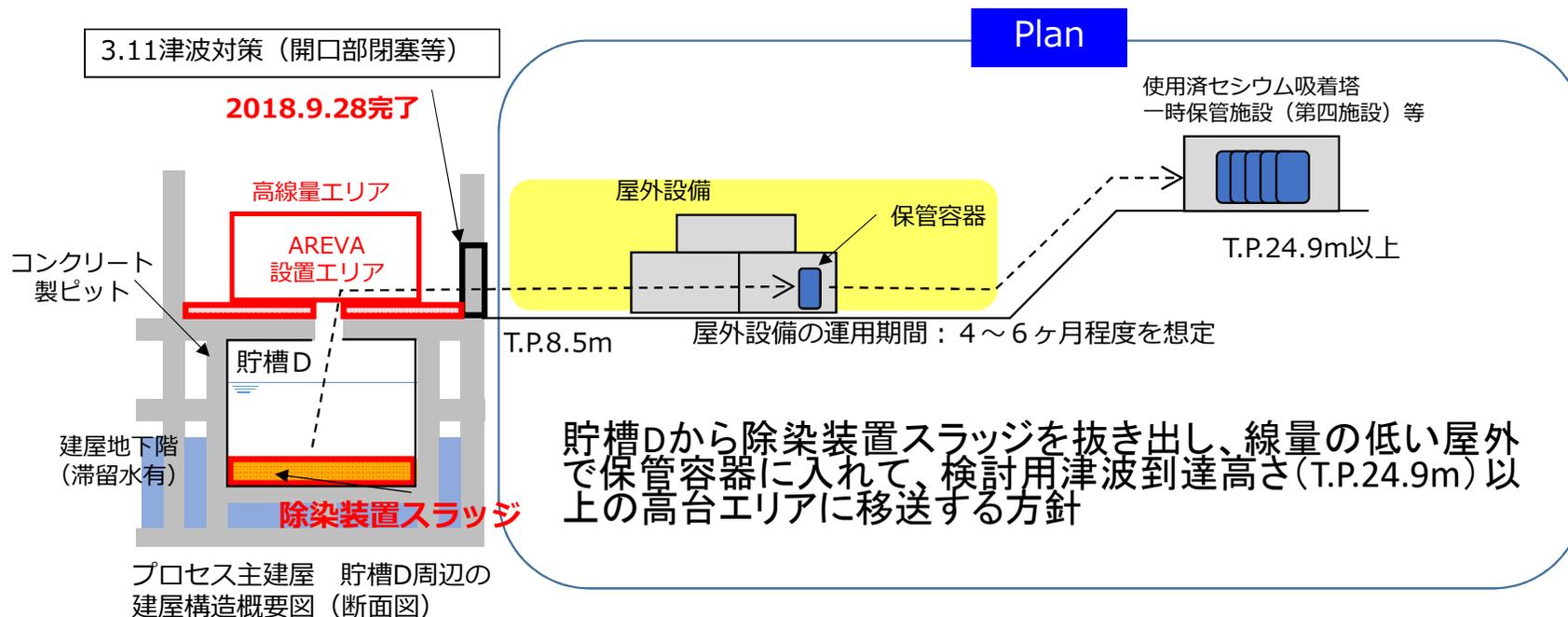


- ① 遠隔回収  
メリット  
・追加の回収作業が無い  
デメリット  
・遮へい容器保管場所の確保が必要  
・回収設備が高線量となる

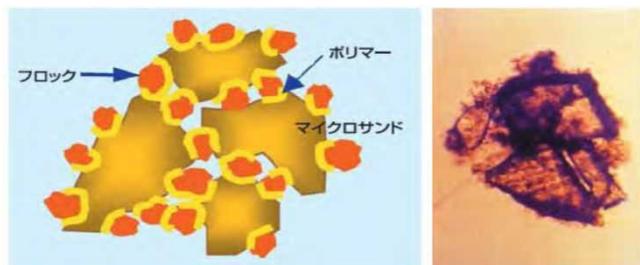
- ② 遠隔集積  
メリット  
・当面の間の保管場所が確保できる  
デメリット  
・後で本格回収作業が必要

- ③ 固化  
メリット  
・早期に実現可能  
デメリット  
・後の本格回収が困難  
・広範囲であり、充填が困難

# 1. 主要なリスク: AREVAスラッジ



スラッジ



汚染沈殿物の例

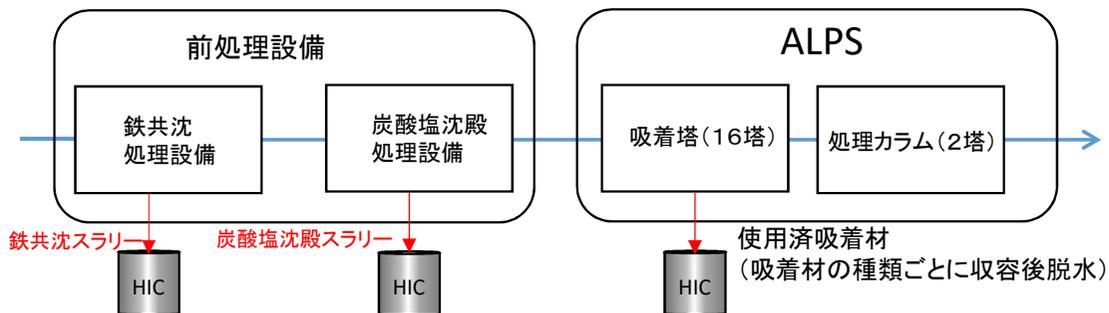
**【スラッジ】**  
凝集沈殿法において、Cs-137などの核種を吸着して沈降したもの

- ・ 主要成分：硫酸バリウム(66%)フェロシアン化物
- ・ 代表的な核種濃度： $^{90}\text{Sr}$  (約 $3 \times 10^8 \text{Bq/cm}^3$ )
- ・ 含水率：約80%
- ・ 発生量：37m<sup>3</sup>

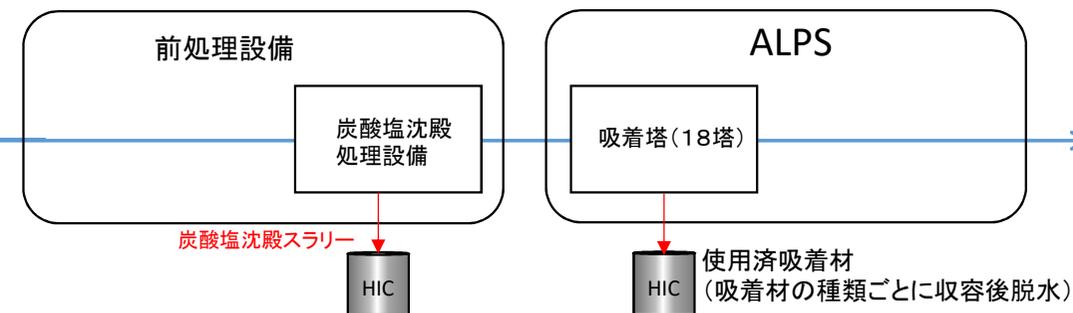
# 1. 主要なリスク:ALPSスラリー

- 前処理設備、多核種除去設備の順に汚染水を処理し、62核種の放射性物質（トリチウムを除く）を除去

(既設) 多核種除去設備系統図



増設多核種除去設備系統図



※1: High Integrity Container (高性能容器)



鉄共沈スラリー



炭酸塩沈殿スラリー



HIC※1 (ポリエチレン部)



HIC※1 (補強体付加後)

	主成分	代表的な除去核種	スラリー量※2
ALPS	鉄共沈スラリー: FeO(OH)・H <sub>2</sub> O(75%)	<sup>90</sup> Sr: 1 × 10 <sup>6</sup> Bq/cm <sup>3</sup>	HIC: 386 1008m <sup>3</sup>
	炭酸塩スラリー: CaCO <sub>3</sub>	<sup>90</sup> Sr: 4 × 10 <sup>7</sup> Bq/cm <sup>3</sup>	HIC: 971 2535m <sup>3</sup>
増設ALPS			HIC: 1121 2926m <sup>3</sup>

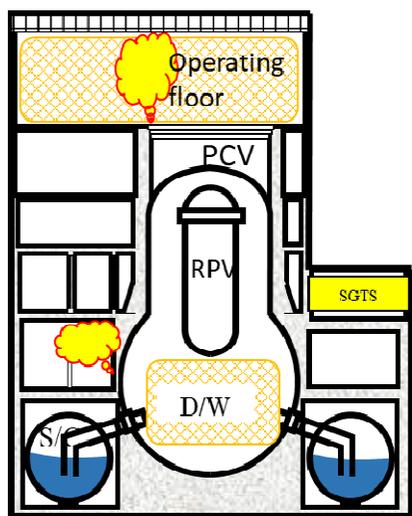
引用: 東京電力資料を基に原子力規制庁にて作成

※2: 2018年5月28日時点。2020年11月5日時点では、スラリーと使用済吸着材を合わせて3632基のHICが保管。

## 2. 新たに明確になった懸念

上部シールドプラグの下面にCs-137の汚染が集中しているとの仮定の下で、汚染の程度を計算

### 1～3号機のオペフロにおける高線量汚染の発生



※1 水素爆発の影響によりシールドプラグがずれたと考えられる

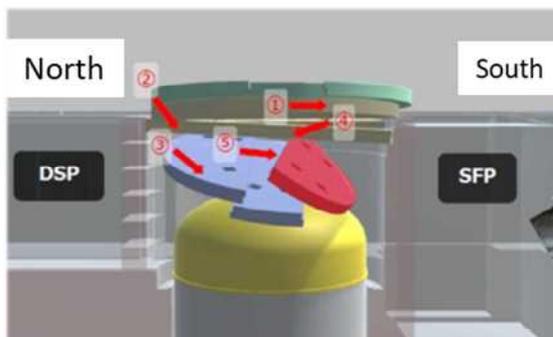


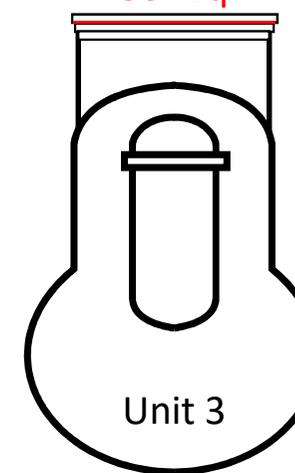
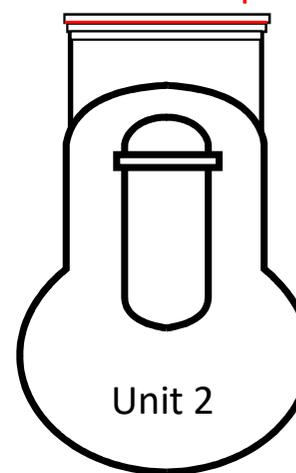
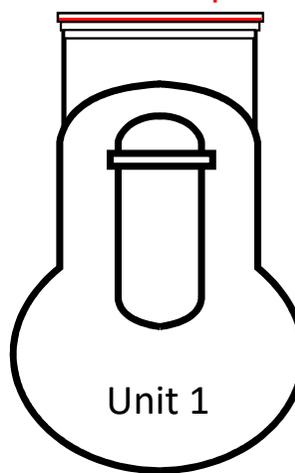
Image of Unit 1 Shield Plug (from west-side)

シールドプラグ下面のCs-137の量(計算値)

0.1-0.2PBq※1

20-40PBq

30PBq

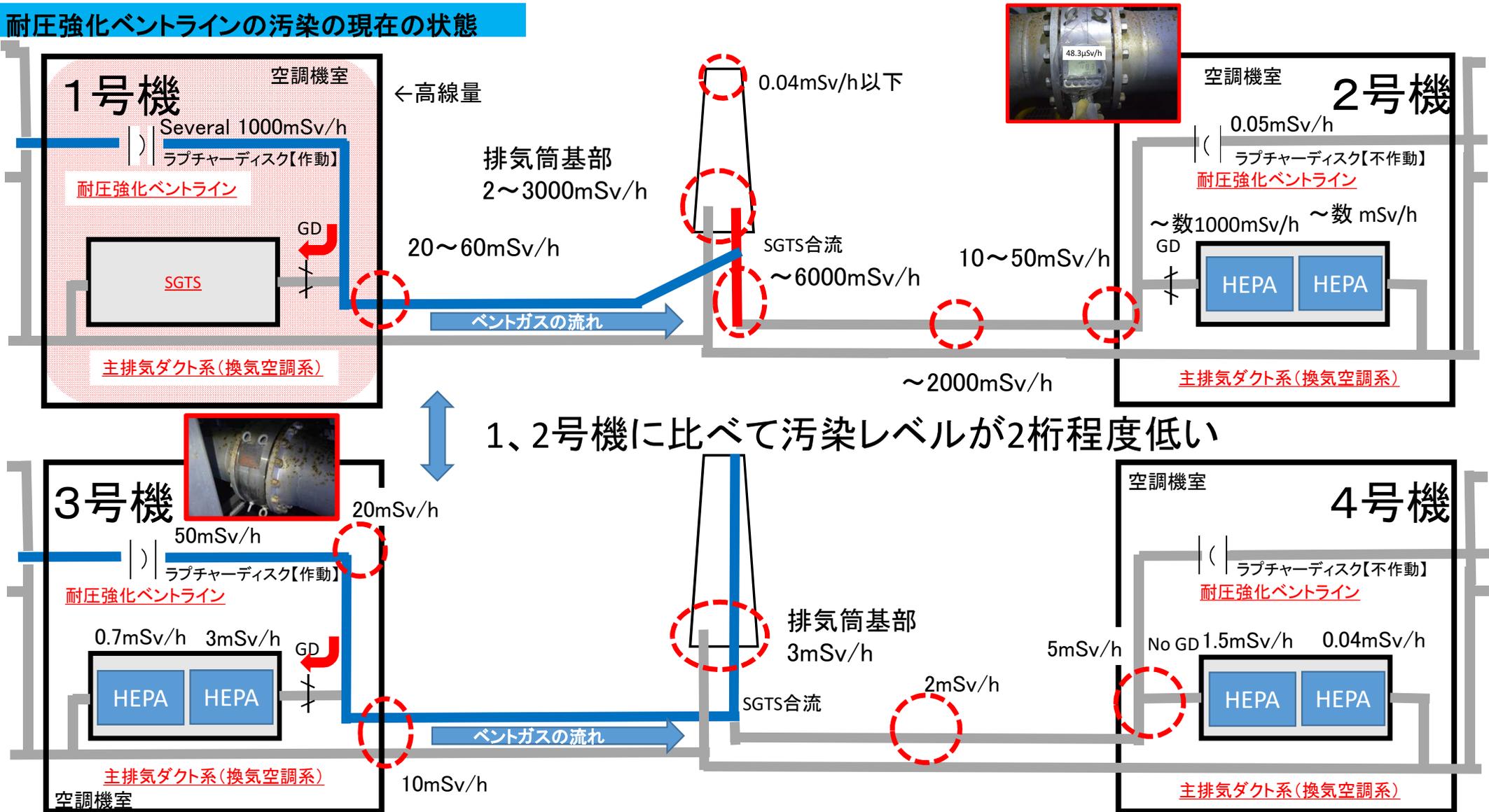


※“東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ”, Appendix 7-1, p.185, (2021.3.5) 原子力規制委員会

<https://www.nsr.go.jp/data/000345595.pdf>

## 2. 新たに明確になった懸念

### 耐圧強化ベントラインの汚染の現在の状態



# 3. 直面する廃炉作業

## 二次処理設備(新設逆浸透膜装置)

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1~10」の処理途上水を二次処理する

## 二次処理設備(ALPS)

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1以上」の処理途上水を二次処理する

## ALPS処理水等タンク

海拔33.5m

海拔11.5m

海拔2.5m

## 新設海水ポンプ

(3台)

## 測定・確認用設備(K4タンク群)

3群で構成し、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担い、連続的な放出を可能とする(約1万m<sup>3</sup>×3群)

ローテーション

## 移送ポンプ

## 防潮堤

緊急遮断弁や移送配管の周辺を中心に設置

## 流量計・流量調整弁・緊急遮断弁(津波対策)

## ヘッダー管

(直径約2m×長さ約7m)

## 海水流量計

## 緊急遮断弁

## 放出管

## 道路

当面の間、立坑を活用して、海水とALPS処理水が混合・希釈していることを直接確認した後、放出を開始

## 5号取水路

## 放水立坑

海へ

## 海底トンネル

(約1km)

希釈用海水(港湾外から取水)

※共同漁業権非設定区域

出典: 地理院地図(電子国土Web)をもとに東京電力ホールディングス株式会社にて作成  
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=cj0h0k0l0u0t0z0r0s0m0r1>



## 3. 直面する廃炉作業

---

### ● 実施計画の審査における規制上の観点

#### ALPS処理水の海洋放出設備の審査における規制上の観点

##### 原子炉等規制法に基づく審査

原子力規制委員会は、東京電力が提出する実施計画の変更認可申請に関して、以下の項目を含む規制要求\*に適合しているかどうかを確認する

(\* “特定原子力施設への指定に際し東京電力福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について”):

- II.9 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理
- II.11 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等
- II.14 設計上の考慮

##### 政府方針に則ったものであることの確認

原子力規制委員会は、東京電力提出する実施計画の変更認可申請が政府方針に則ったものであるかどうかを確認する

## 4. 今後の廃炉活動を進める上での懸案

### 1Fで発生する廃棄物

- 建屋滞留水
- 地下水、サブドレン水
- 雨水、海水

- ✓ 作業環境、環境影響の把握
- ✓ 施設内に流入する地下水や処理水の管理

常時、一定量の分析による状況把握が必要

- 水処理二次廃棄物(使用済吸着塔、スラリー等)
- ガレキ類
- 燃料デブリ

- ✓ 処理・処分に向けた性状把握
- ✓ 処理・処分の手法の特定
- ✓ デブリ取出しの工程検討

今後の廃炉作業の進展に不可欠。分析のニーズは質・量ともに増加

### □ 人員や施設・設備のキャパシティ

今後、増加する分析需要に対する、十分な人員、設備等の確保

- 人員の増加
- 分析作業への教育

- これまで、1F施設内の分析施設のほか、JAEA(原科研、核サ研、大熊分析センター)、日本分析センター、(株)KANSOテクノスとも協力
- 加えて、1F内に新たに以下を建設
  - ✓ 放射性物質分析・研究施設第1棟(水処理二次廃棄物及びガレキ類)
  - ✓ 放射性物質分析・研究施設第2棟(燃料デブリ)