

原子力規制委員会が着目している 福島第一原子力発電所の 短・中期のリスク

平成28年3月26日

原子力規制庁

金城 慎司

「特定原子力施設」としての規制

- 災害が発生した施設について、その状況に応じた適切な管理を行うための制度。
- 具体的には、原子炉等規制法の規定を整理し、そのまま適用するもの、修正して適用するもの、適用を除外するものに大別。
- 廃炉を進めるにあたって規制委員会が示した「措置を講ずべき事項」にしたがって東京電力が実施計画（変更含む）を策定。その認可審査において、規制委員会は東京電力の実施計画の安全性を確認。

主な出来事

- 平成24年 9月 (規制委員会発足 = 改正原子炉等規制法施行)
- 平成24年11月 (特定原子力施設への指定)
- 平成25年 4月 地下貯水槽からの汚染水漏えい
- 平成25年 8月 (実施計画の認可 = 特定原子力施設規制施行)
- 平成25年 8月 フランジ型タンクからの汚染水漏えい
- 平成26年12月 4号機 SFP からの燃料取り出し完了
- 平成27年 2月 (中期的リスク低減目標マップ策定)
- 平成27年 5月 タンク内高濃度汚染水の放射性物質濃度低減処理完了
- 平成27年 7月 海水配管トレンチ内高濃度汚染水除去完了
- 平成27年 9月 サブドレンの運用開始
- 平成27年10月 海側遮水壁の完成
- 平成28年 3月 敷地境界実効線量 1 mSv/年未満達成

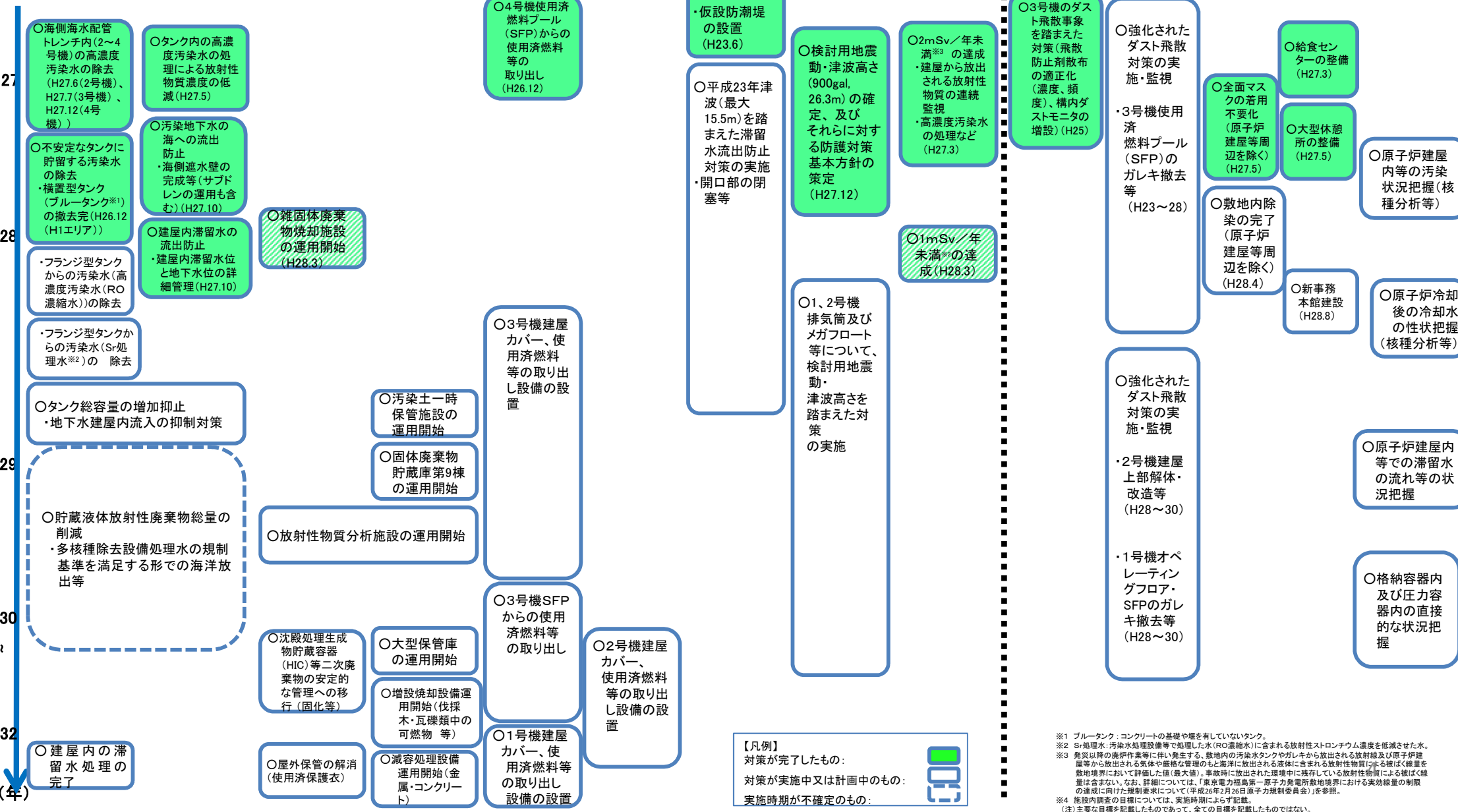
福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(平成28年3月版)

平成28年3月2日
原子力規制委員会

分野
目的

液体放射性廃棄物	固体放射性廃棄物	使用済燃料プール	地震・津波	敷地境界実効線量(評価値)	ダスト飛散防止・抑制	労働環境改善	施設内調査※4
----------	----------	----------	-------	---------------	------------	--------	---------

液体放射性廃棄物が溜まっていることにより生ずる漏えいリスクの低減	廃炉作業の進捗に伴い発生する固体放射性廃棄物の飛散・漏えいリスクの抑制	使用済燃料プールにおいて顕在化するリスクの除去	汚染水や使用済燃料を内在する建屋等において顕在化するリスクの除去	廃炉作業に伴う敷地外に対する被ばくリスクの制限	廃炉作業に伴い発生する放射性ダストの飛散リスクの抑制	持続的廃炉作業を可能とする環境の実現	被災した施設内の状況把握
----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	----------------------------------	-------------------------	----------------------------	--------------------	--------------



【凡例】
 対策が完了したものを:
 対策が実施中又は計画中のものを:
 実施時期が不確定のもの:

※1 ブルータンク: コンクリートの基礎や壁を有していないタンク。
 ※2 Sr処理水: 汚染水処理設備等で処理した水(RO濃縮水)に含まれる放射性ストロンチウム濃度を低減させた水。
 ※3 発災以降の廃炉作業等に伴い発生する敷地内の汚染水タンクやガレキから放出される放射線及び原子炉建屋等から放出される気体や液体を管理のもと海側に放出される液体に含まれる放射性物質(γ線)は線量を敷地境界において評価した値(最大値)、事故時に放出された環境中に残存している放射性物質による被ばく線量は含まない。なお、詳細については、「東京電力福島第一原子力発電所敷地境界における実効線量の制限の達成に向けた規制要求について(平成26年2月26日原子力規制委員会)」を参照。
 ※4 施設内調査の目標については、実施時期によらず記載。
 (注) 主要な目標を記載したものであって、全ての目標を記載したものではありません。

中期的リスクの低減目標マップ

- 大きなリスクから退治していく目標を決めて、どの時点までに何をするか。安全上の観点から、周辺住民へのメッセージに。
- 目に見える形で、廃止措置が進むように計画する。

中期的リスクの低減目標マップ (デフォルメ)

液体放射性
廃棄物

固体放射性
廃棄物

SFP内燃料
取り出し

地震・津波

ダスト飛散
防止・抑制

労働環境
改善

トレンチ内
汚染水除去

タンク内
汚染水処理

汚染地下水
海洋流出抑制

ALPS処理水の
規制を満足
する形での
海洋放出等

検討用地震
動・津波高さ
に対する防護
対策基本方針
の策定

飛散防止剤散
布の適正化等

給食サービス
の開始

大型休憩所の
整備

全面マスクの
着用不要化

3号機燃料
取り出し

リスク低減目標マップ各項目の関係

地震

津波

燃料取り出し／炉内調査
⇒安定した土台の上で慎重な作業が進む

持続可能な汚染水対策／長期安定的な廃棄物管理
⇒廃炉作業は水商売；必然的に廃棄物は生じる。

労働環境整備
⇒すべての安全確保の第一歩は作業員の手から。

敷地境界外への影響の抑制（ダスト飛散防止・抑制）
⇒帰還する住民の妨げとならない。

リスク低減目標マップ各項目の関係

地震

津波

燃料取り出し／炉内調査
⇒安定した土台の上で慎重な作業が進む

持続可能な汚染水対策／長期安定的な廃棄物管理
⇒廃炉作業は水商売；必然的に廃棄物は生じる。

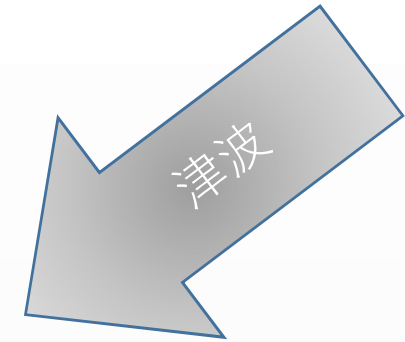
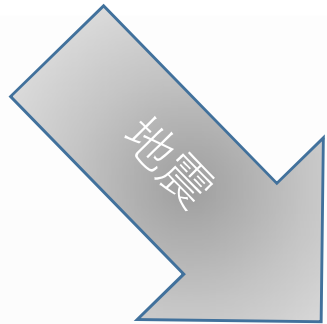
労働環境整備
⇒すべての安全確保の第一歩は作業員の手から。

敷地境界外への影響の抑制（ダスト飛散防止・抑制）
⇒帰還する住民の妨げとならない。

ダスト飛散防止・抑制対策

- 飛散防止剤散布の適正化（濃度、頻度）
- 構内ダストモニタの増設
- 構内ダストモニタ警報発生時の迅速な通報

リスク低減目標マップ各項目の関係



燃料取り出し／炉内調査
⇒安定した土台の上で慎重な作業が進む

持続可能な汚染水対策／長期安定的な廃棄物管理
⇒廃炉作業は水商売；必然的に廃棄物は生じる。

労働環境整備
⇒すべての安全確保の第一歩は作業員の手から。

敷地境界外への影響の抑制（ダスト飛散防止・抑制）
⇒帰還する住民の妨げとならない。

給食センター、 大型休憩所の整備完了



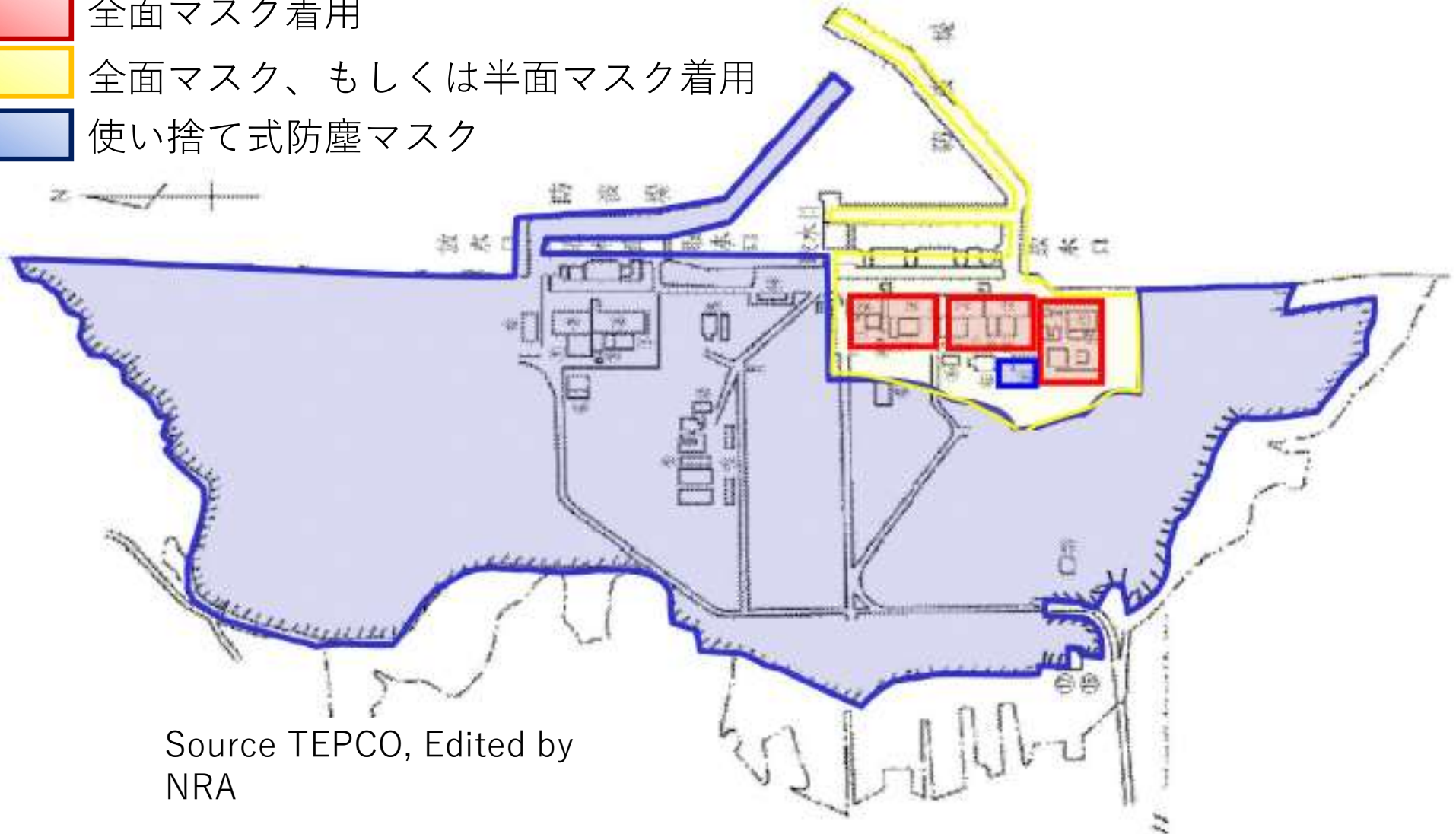
大型休憩所



大型休憩所内食堂

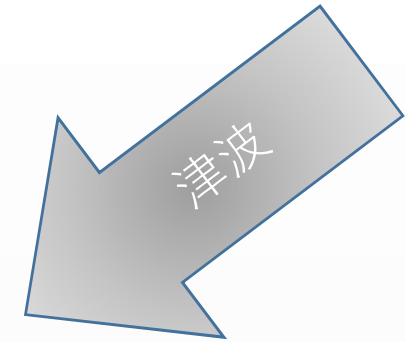
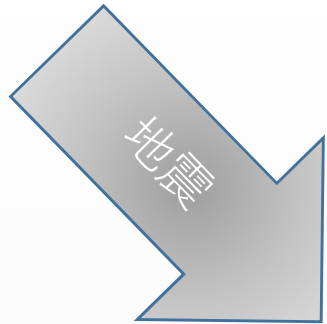
全面マスクの着用不要化（一部を除く）

- 全面マスク着用
- 全面マスク、もしくは半面マスク着用
- 使い捨て式防塵マスク



Source TEPCO, Edited by
NRA

リスク低減目標マップ各項目の関係



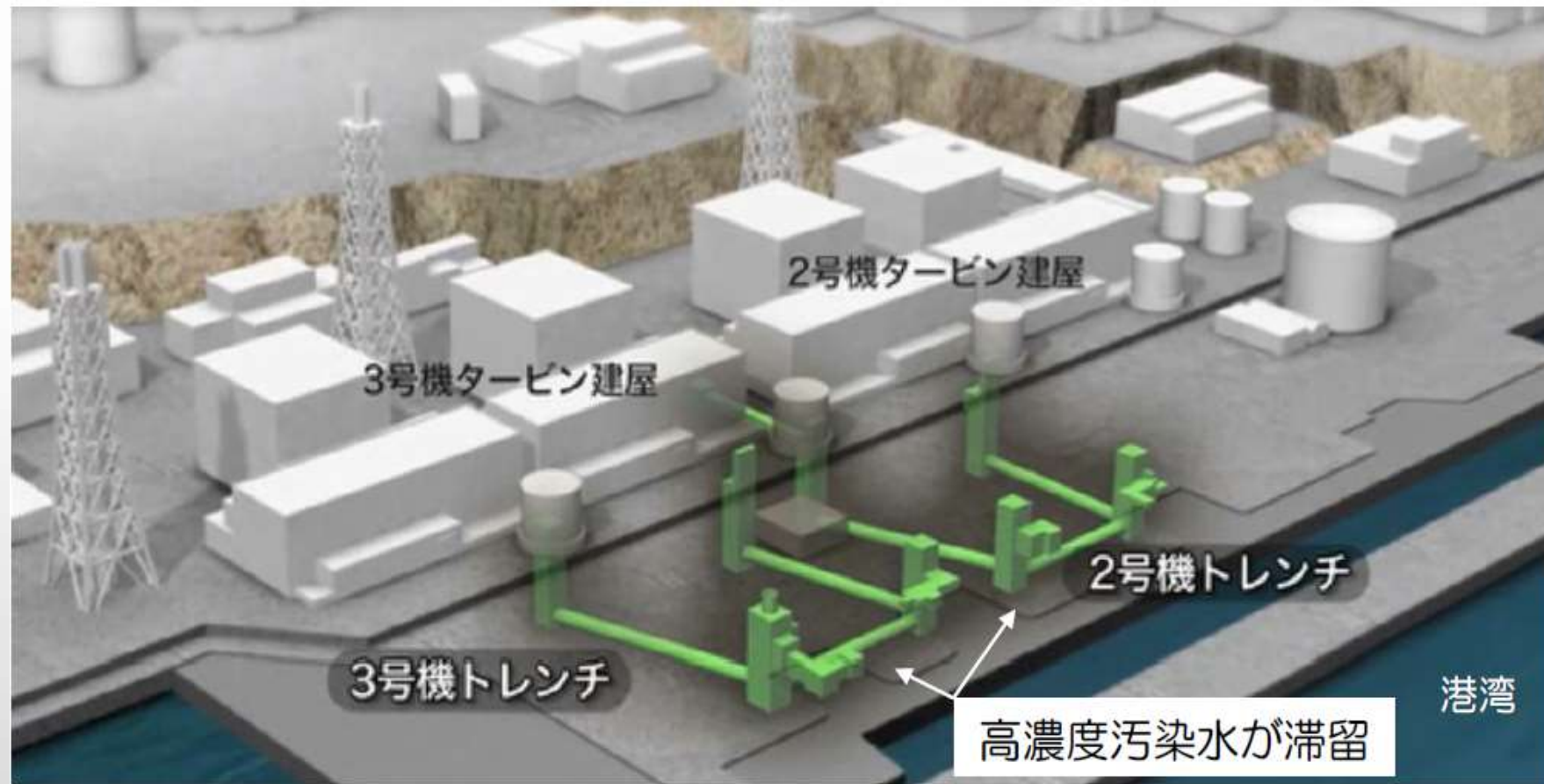
燃料取り出し／炉内調査
⇒安定した土台の上で慎重な作業が進む

持続可能な汚染水対策／長期安定的な廃棄物管理
⇒廃炉作業は水商売；必然的に廃棄物は生じる。

労働環境整備
⇒すべての安全確保の第一歩は作業員の手から。

敷地境界外への影響の抑制（ダスト飛散防止・抑制）
⇒帰還する住民の妨げとならない。

海側配管トレンチの高濃度汚染水 約 1万トンの除去完了



Source TEPCO, Edited by NRA

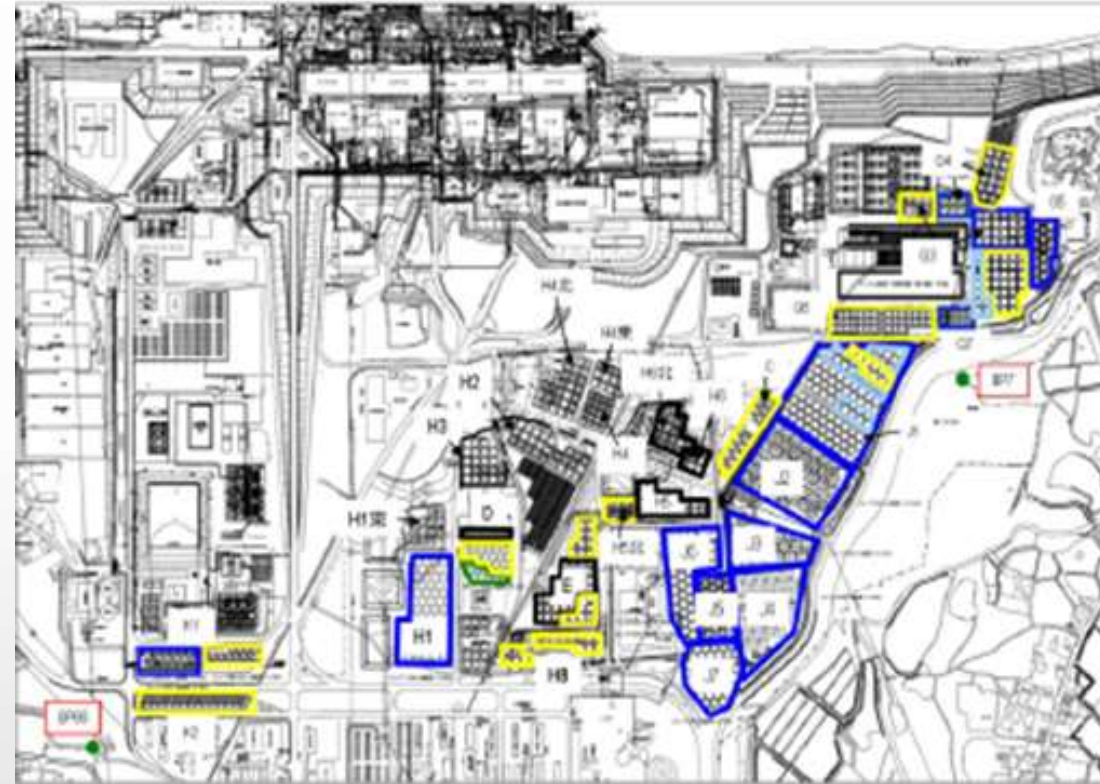
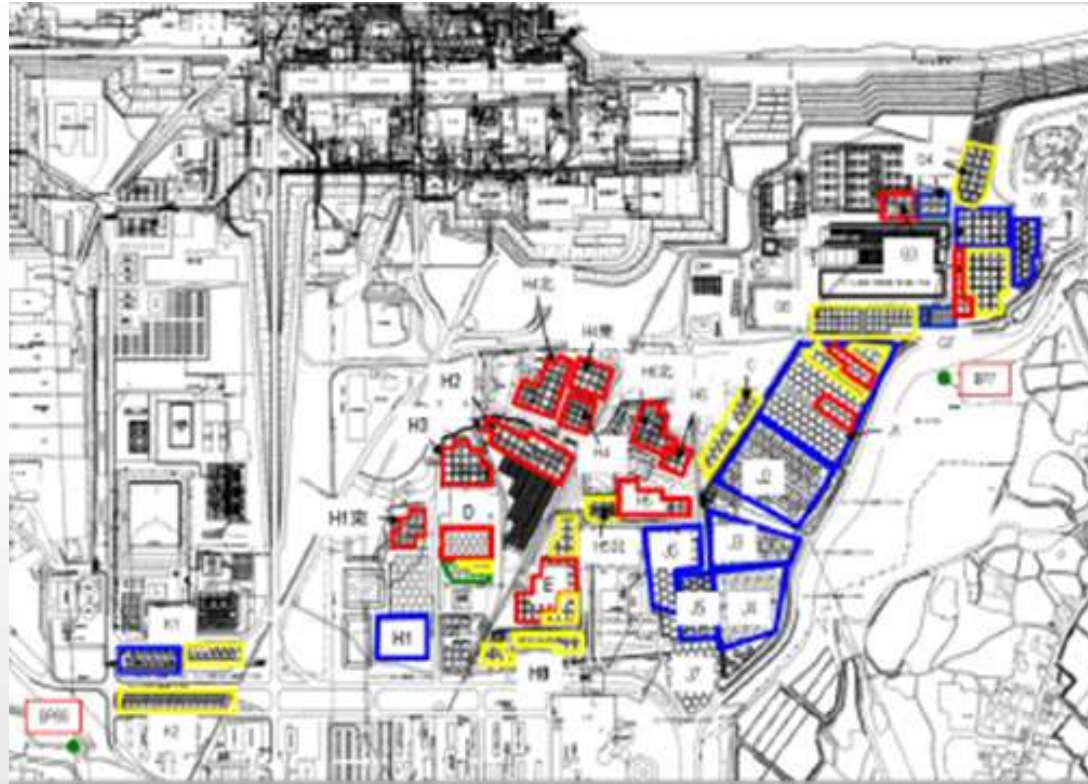
海側配管トレンチ内（2～3号機） の高濃度汚染水の除去

- トレンチ内汚染水
 - Cs137: 6.5×10^8 Bq/L (告示濃度比: 10^7 オーダー) H25.7 採水
- 汚染水量
 - 2号機: 約 5000m^3 、3号機: 約 6000m^3
- 建屋内滞留水の浄化も進み、不安定な管理状態にある汚染水中の放射性物質質量（インベントリ）は、平成23年4月に比して約100分の1に低減。

タンク内汚染水処理

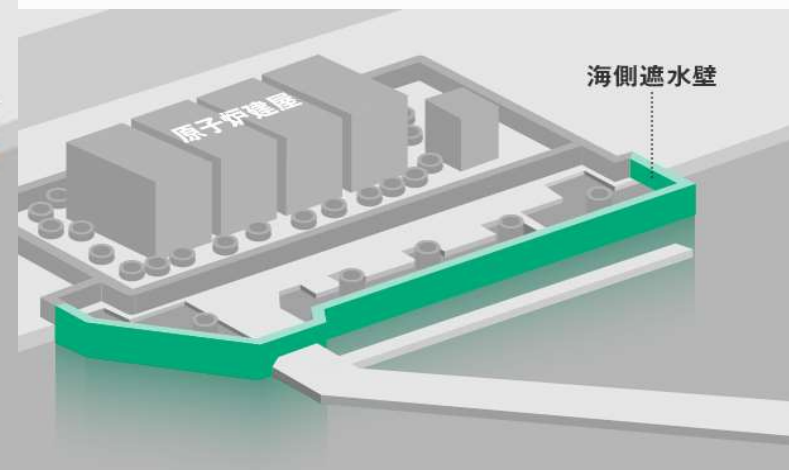
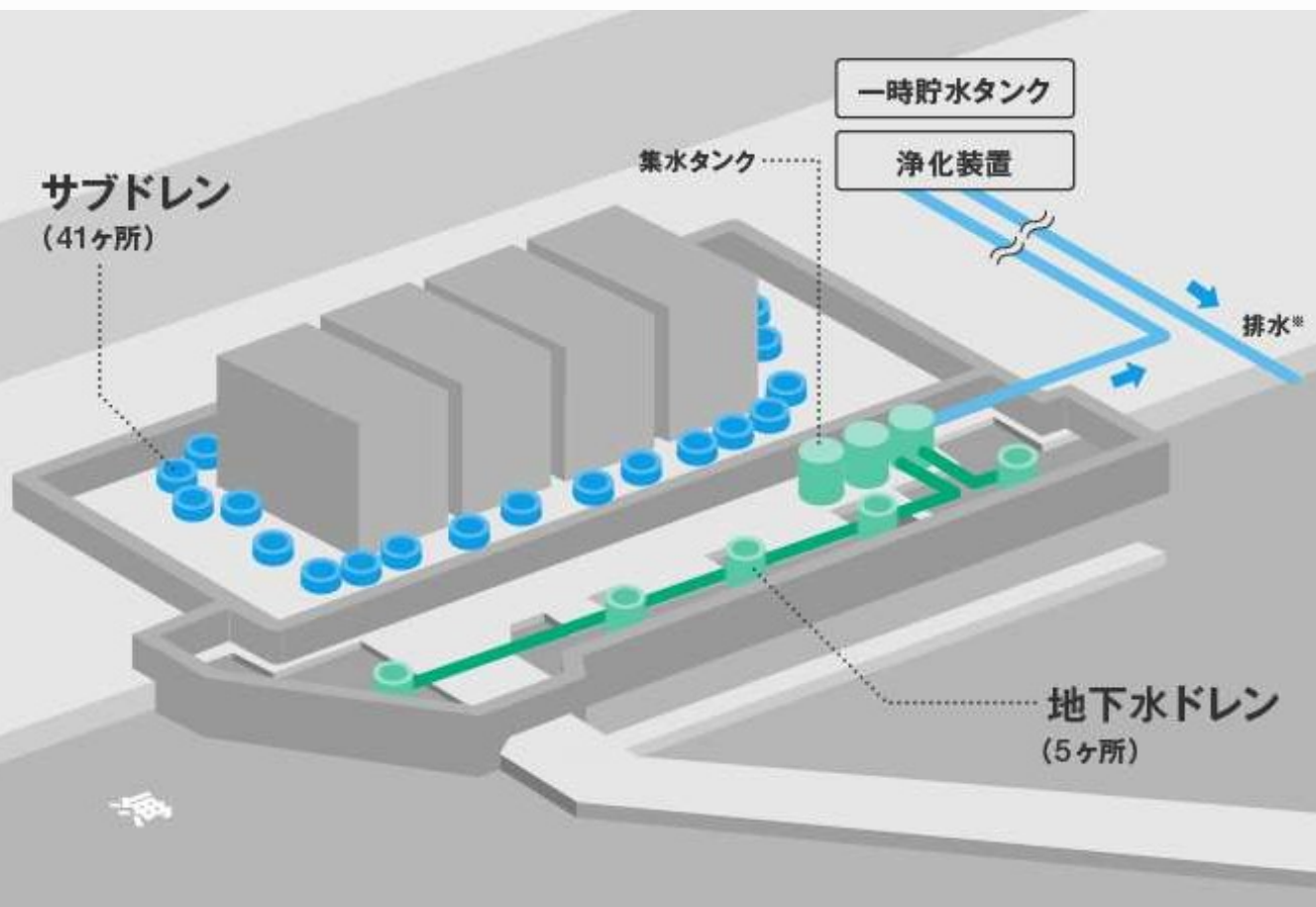
平成 27 年 3 月末

平成 28 年 1 月末



	Sr90(Bq/L)
RO濃縮水	4.1×10^8
Sr処理水	8.0×10^6
ALPS処理水	6.4×10^0

汚染された地下水の海への流出防止 (サブドレンの運用開始と海側遮水壁の完成)



Source TEPCO, Edited by NRA

放射線障害防止に関する技術的基準

○放射線障害の防止に関する技術的基準を定める際のフローチャート

【国際放射線防護委員会(以下、「ICRP」という。)]

「放射線から人や環境を守る仕組みを、専門家の立場で勧告する国際学術組織」
※ICRPが出す勧告は、日本を含む世界各国の放射線障害防止に関する法令の基礎である。



日本では、放射線審議会において、ICRP勧告の取り入れについて審議する。

【放射線審議会】

「放射線障害防止の技術的基準に関する法律(昭和33年、最終改正:平成24年)」に基づき、「放射線障害の防止に関する技術的基準の斉一を図ることを目的として、原子力規制委員会に設置されている諮問機関」



審議結果を答申し、関係規則に取り込む。

【例】

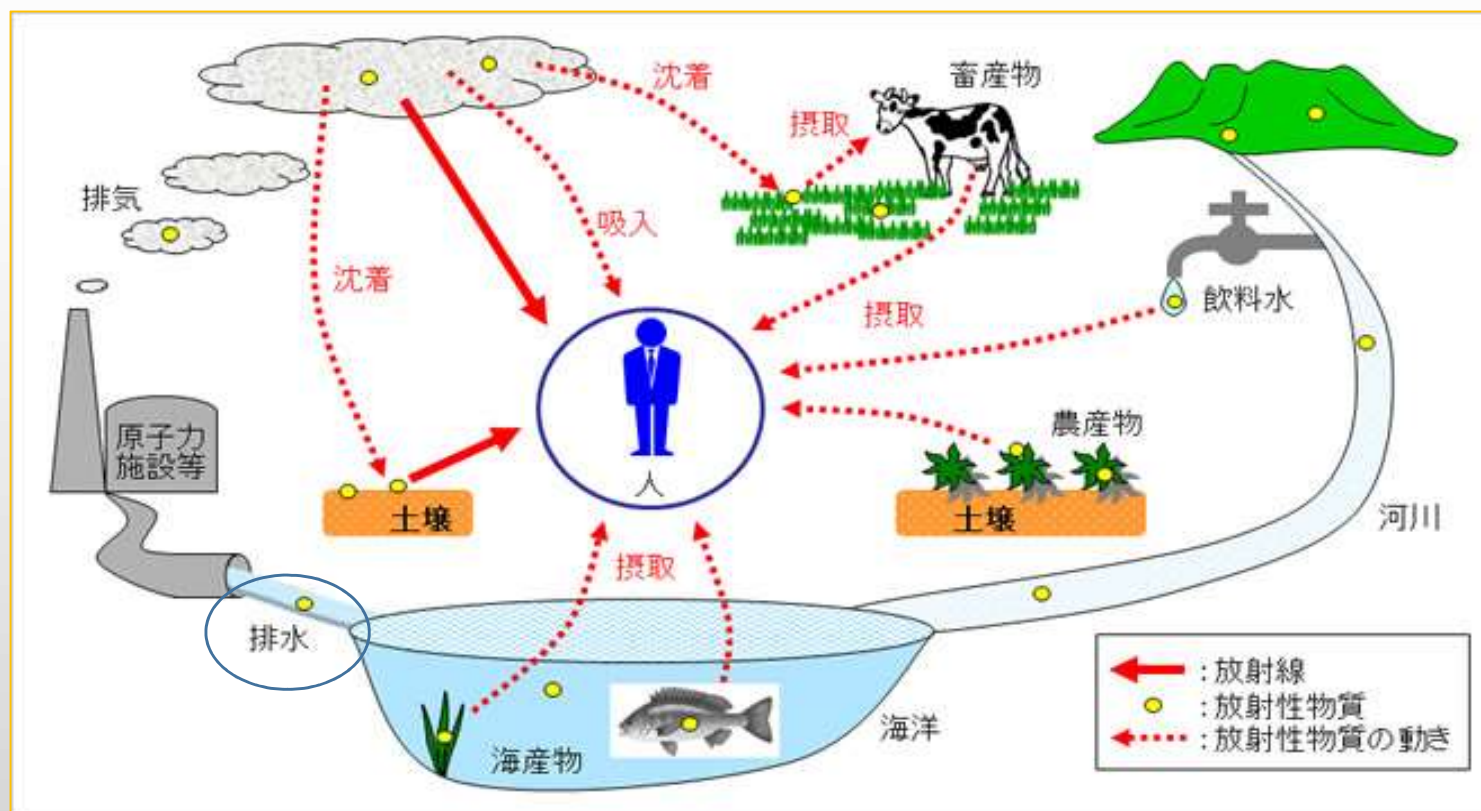
- 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律関係告示
 - ・実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則に基づく線量当量限度を定める告示など
- 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律関係告示

公衆被ばくの線量限度

○公衆被ばくの線量限度は、放射性物質（固体、液体、気体）からの影響を合算して年間1mSv未滿とされている。

【1mSv設定の根拠】

- ・非常に変動しやすいラドンによる被ばくを除けば、自然放射線源からの年実効線量は約1mSvであり、海拔の高い場所及びある地域では少なくともこの2倍である。これらすべてを考慮して、ICRPは1mSvを年間実効被曝の基準にすることを勧告する。（ICRP1990年勧告より） ⇒ 放射線審議会の諮問を受け、平成13年に線量限度を定める経済産業省告示（平成元年通商産業省告示を廃止後に制定。現在は、原子力規制委員会告示。）を施行。



原子力施設において行われる廃棄

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和32年、最終改正：平成26年）

第四十三条の三の二十二

発電用原子炉設置者は、次の事項について、原子力規制委員会規則で定めるところにより、保安のために必要な措置（重大事故が生じた場合における措置に関する事項を含む。）を講じなければならない。

- 一 発電用原子炉施設の保全
- 二 発電用原子炉の運転
- 三 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の運搬、貯蔵又は廃棄（運搬及び廃棄にあつては、発電用原子炉施設を設置した工場又は事業所において行われる運搬又は廃棄に限る。次条第一項において同じ。）

2 (略)

「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則」
(平成25年、最終改正：平成26年) (原子力規制委員会規則)

第十六条

法第四十三条の三の二十二第一項の規定により、発電用原子炉設置者は、発電用原子炉施設を設置した工場又は事業所において行われる放射性廃棄物の廃棄に関し、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。ただし、原子力規制委員会がやむを得ないと認めるときは、当該措置に代えて、原子力規制委員会が適当と認める方法によることができる。

一～五 (略)

六 液体状の放射性廃棄物は、次に掲げるいずれかの方法により廃棄すること。

イ 排水施設によって排出すること。

ロ～ホ (略)

七 前号イの方法により廃棄する場合は、排水施設において、ろ過、蒸発、イオン交換樹脂法等による吸着、放射能の時間による減衰、多量の水による希釈等の方法によって排水中の放射性物質の濃度をできるだけ低下させること。この場合、排水口又は排水監視設備において排水中の放射性物質の濃度が原子力規制委員会の定める濃度限度を超えないようにすること。

原子力施設において行われる廃棄

○ 福島第一原子力発電所からの液体放射性廃棄物の海洋放出に関しては、他の実用原子炉と同じ、法令に定められた水中の濃度限度により規制している。

「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示（抜粋）」（平成25年）（原子力規制委員会告示）

（周辺監視区域外等の濃度限度）

第八条 規則第十六条第四号及び第七号の原子力規制委員会の定める濃度限度は、三月間についての平均濃度が次のとおりとする。

一 放射性物質の種類（線量告示別表第二に掲げるものをいう。次号及び第三号において同じ。）が明らかで、かつ、一種類である場合にあっては、線量告示別表第二の第一欄に掲げる放射性物質の種類に応じて、空気中の濃度については第五欄、水中の濃度については第六欄に掲げる濃度

二 放射性物質の種類が明らかで、かつ、空気中又は水中にそれぞれ二種類以上の放射性物質がある場合にあっては、それらの放射性物質の濃度のそれぞれその放射性物質についての前号の濃度に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度

三～五 （略）

六 外部放射線に被ばくするおそれがあり、かつ、空気中又は水中の放射性物質を吸入摂取又は経口摂取するおそれがある場合にあっては、外部被ばくによる一年間の実効線量の一ミリシーベルトに対する割合と空気中又は水中の放射性物質の濃度のその放射性物質についての空気中又は水中の放射性物質の前各号の濃度に対する割合との和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度

2 （略）

※「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（抜粋）」（平成13年、最終改正：平成25年）（経済産業省告示）

（周辺監視区域外の濃度限度）

第九条 実用炉規則第九十条第四号及び第七号、実用炉技術基準規則第三十九条第一項第一号、貯蔵規則第三十五条第四号及び第六号並びに貯蔵設工規則第十四条第一号の原子力規制委員会の定める濃度限度は、三月間についての平均濃度が次のとおりとする。

一 放射性物質の種類（別表第二に掲げるものをいう。次号及び第三号において同じ。）が明らかで、かつ、一種類である場合にあっては、別表第二の第一欄に掲げる放射性物質の種類に応じて、空気中の濃度については第五欄、水中の濃度については第六欄に掲げる濃度

二 放射性物質の種類が明らかで、かつ、空気中又は水中にそれぞれ二種類以上の放射性物質がある場合にあっては、それらの放射性物質の濃度のそれぞれその放射性物質についての前号の濃度に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度

三～六 （略）

2 （略）

別表第2（第7条、第9条及び第11条関係）

第1欄 核種 ^3H 化学形態 水

第5欄（周辺監視区域外の空気中の濃度限度）(Bq/cm³) 5×10^{-3}

第6欄（周辺監視区域外の水中の濃度限度）(Bq/cm³) 6×10^1 = 60000 (Bq/L)

(例)トリチウムの中の水の濃度限度の根拠

(水中の濃度限度とは)

…この濃度の水を公衆が生まれてから70歳になるまで毎日飲み続けたとき、平均線量率が法令に基づく実効線量限度 (1mSv/年) に達するとして計算されて導出されたもの。

トリチウムの中の水の濃度限度 (Bq/cm³)

$$= \frac{1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ (年)}}{\sum_{70} \{ \text{各年齢層の線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{各年齢層の年間摂水量 (cm}^3 \text{)} \}} \doteq 60 \text{ (Bq/cm}^3 \text{)} = 60000 \text{ (Bq/L)}$$

※線量係数 …… 単位放射能の摂取による実効線量 (ICRP Pub.72の値)

※年間摂水量 …… 下表の適用期間に応じた値

【「ICRPの新勧告 (pub.60) の取り入れ等に関する技術的基準の改正について」 (平成11年) より引用】

【※線量係数】

(適用期間)	(線量係数[mSv/Bq])
12ヶ月未満	6.40×10^{-11}
12ヶ月以上2歳未満	4.80×10^{-11}
2歳以上7歳未満	3.10×10^{-11}
7歳以上12歳未満	2.30×10^{-11}
12歳以上70歳未満	1.80×10^{-11}

【※年間摂水量】

(適用期間)	(年間摂水量[cm ³])
12ヶ月未満	1,400 cm ³ /日 × 365日
12ヶ月以上3歳未満	1,400 cm ³ /日 × 365日
3歳以上8歳未満	1,600 cm ³ /日 × 365日
8歳以上13歳未満	1,800 cm ³ /日 × 365日
13歳以上18歳未満	2,400 cm ³ /日 × 365日
18歳以上70歳未満	2,650 cm ³ /日 × 365日

福島第一における敷地境界における実効線量(評価値)

○福島第一原子力発電所における敷地境界における実効線量（評価値）について

単位：mSv/年

・ 放射性気体廃棄物	0.03
・ 放射性液体廃棄物等（散水影響含む）	0.29
・ 放射性固体廃棄物（平成28年2月申請ベース）	0.64

(サブドレン他浄化水排水に係る運用目標)		濃度 (Bq/L)	告示濃度限度比
主要核種	Cs-134	1	(0.017)
	Cs-137	1	0.15 (0.011)
	Sr-90	3	(0.1)
	H-3	1500	(0.025)
その他核種	44核種		0.06
		合計	0.21

※核種構成については、毎月簡易確認を行うとともに
4半期毎に全48核種について詳細確認を行う。

実施時期が不確定のもの

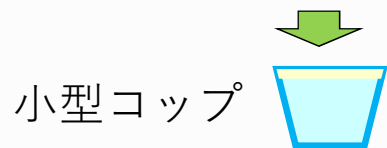
○貯蔵液体放射性廃棄物総量の削減

➤ALPS処理水の規制基準を満足する形で海洋放出。

トリチウム水について

第1原発内のトリチウムは、全量で約3.4ペタベクレル（推計値）

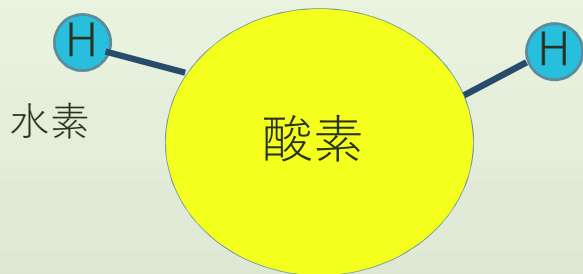
3.4ペタ (3.4×10^{15}) ベクレル = 3400兆 ベクレル (2014/3 時点)



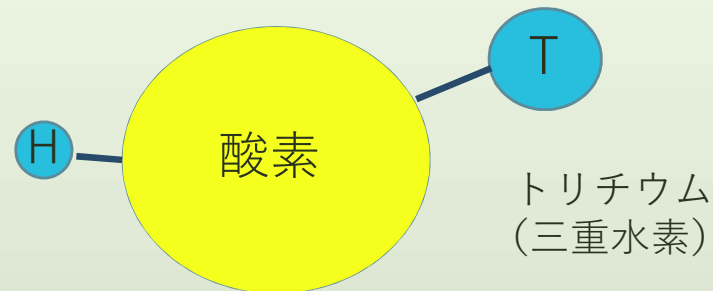
トリチウム水としては、約57ミリリットル

トリチウムは水素の仲間（同位元素）で、トリチウム水の形で存在しています

普通の水(H₂O)



トリチウム水(THO)

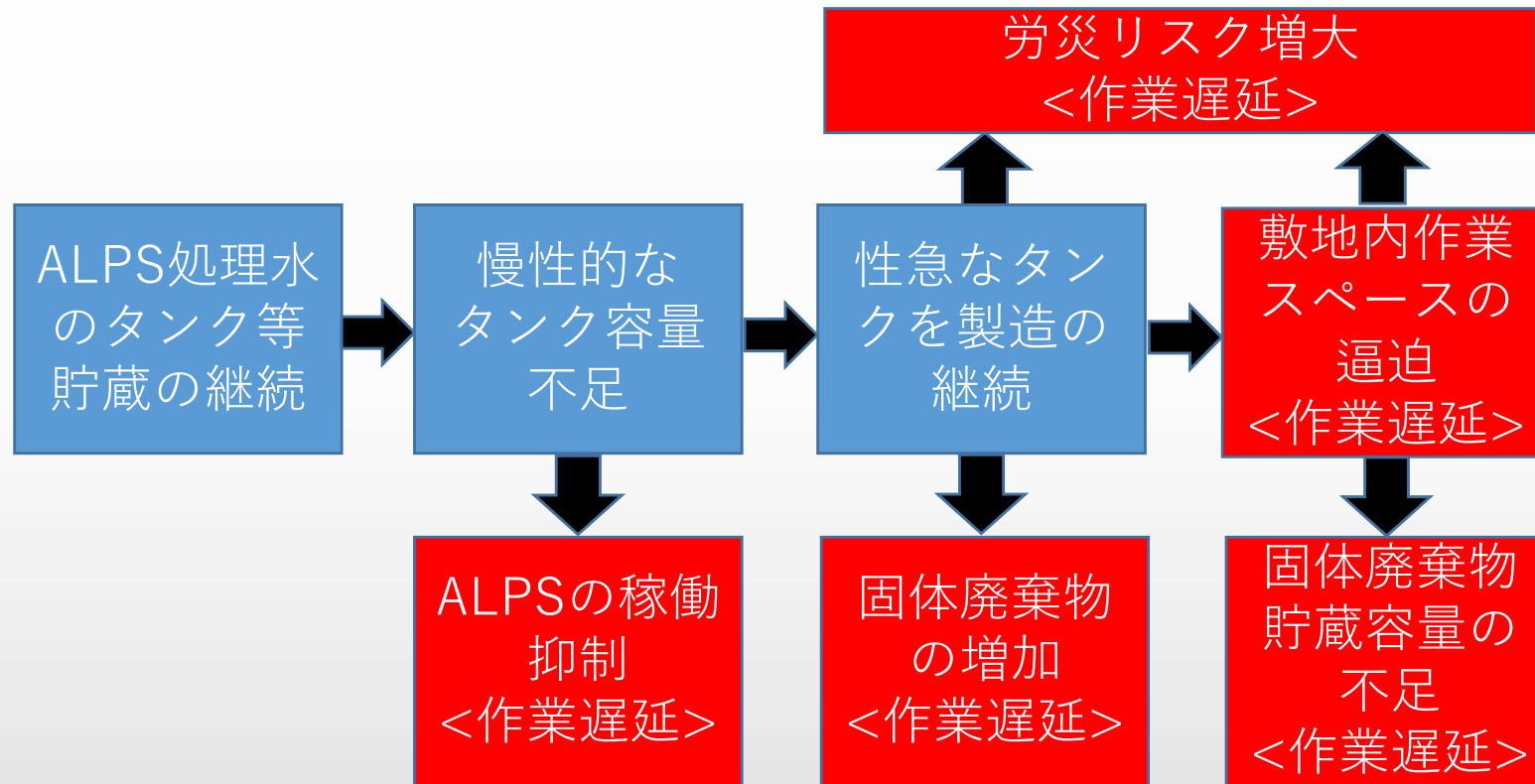


* 宇宙線(陽子線、中性子)によっても地球上でトリチウムが生成されており、その量は年間 約 72 ペタ(7.2×10^{16}) (72000 兆)ベクレルと推計されています。

国内・海外のトリチウム放出実績事例

国名	出力	型式	運転開始	放出実績	
日本（大飯原子力発電所）	471万kW	PWR	1979	6.0×10^{13} [Bq/年]	2009年
日本（六ヶ所再処理工場）	-	-	2006 ※	2.2×10^{14} [Bq/年]	2006年
アメリカ（Watts Bar発電所）	120万kW	PWR	1996	7.66×10^{13} [Bq/年]	2009年
イギリス（Sizewell B 発電所）	125万kW	PWR	1995	5.57×10^{13} [Bq/年]	1999年
イギリス（Sellafield 再処理工場）	-	-	1952	2.52×10^{15} [Bq/年]	1999年
フランス（Gravelines1-6 発電所）	571万kW	PWR	1980	6.80×10^{13} [Bq/年]	1999年
フランス（La Hague再処理工場）	-	-	1967	1.29×10^{16} [Bq/年]	1999年
カナダ（Bruce-B 発電所）	348万kW	CANDU	1984	1.1×10^{15} [Bq/年]	2007年

ALPS処理水を貯蔵し続けることの問題



- 燃料取り出し、建屋解体、デブリ取り出しなど今後待ち受ける作業は、持続的な液体廃棄物処理と固体廃棄物管理の土台の上に作業が可能となる。

固体放射性廃棄物の管理

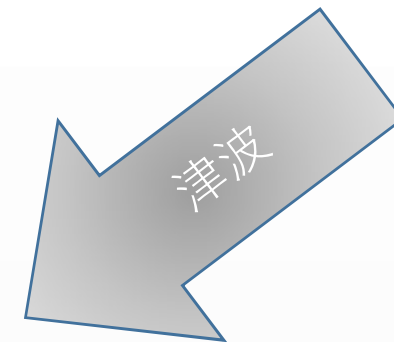
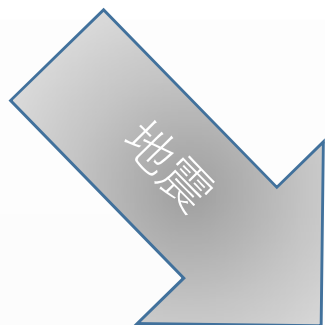
震災後から集積されているガレキ等の放射性廃棄物



固体廃棄物対策

- サイト内において、放射性廃棄物を安定的に保管。
- 廃棄物は、適切な範囲でできる限り減容。
- 分離、除染等による二次廃棄物の増加量や放射能濃度以外の廃棄物特性（発熱量、発生ガス）についても考慮する。
- 廃棄物に係る核種分析は共通的な課題。

リスク低減目標マップ各項目の関係



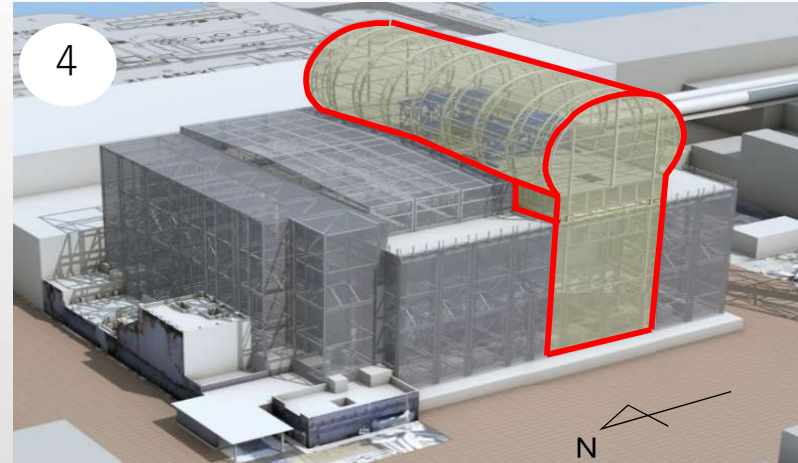
燃料取り出し／炉内調査
⇒安定した土台の上で慎重な作業が進む

持続可能な汚染水対策／長期安定的な廃棄物管理
⇒廃炉作業は水商売；必然的に廃棄物は生じる。

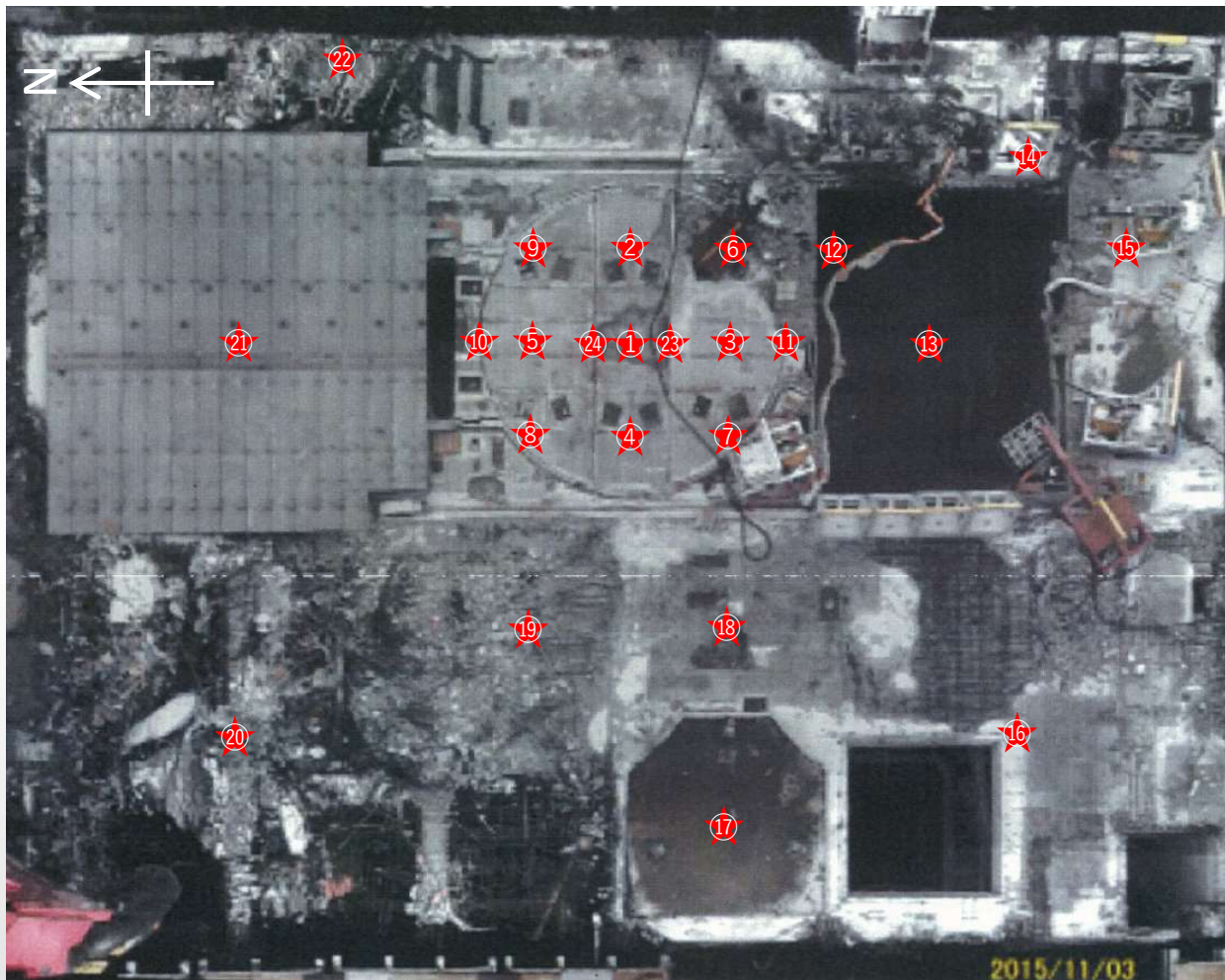
労働環境整備
⇒すべての安全確保の第一歩は作業員の手から。

敷地境界外への影響の抑制（ダスト飛散防止・抑制）
⇒帰還する住民の妨げとならない。

燃料取り出し (3号機)



燃料取り出し（3号機）



スペクトル測定箇所
(測定日：平成27年11月19日)



シールドプラグの拡大図

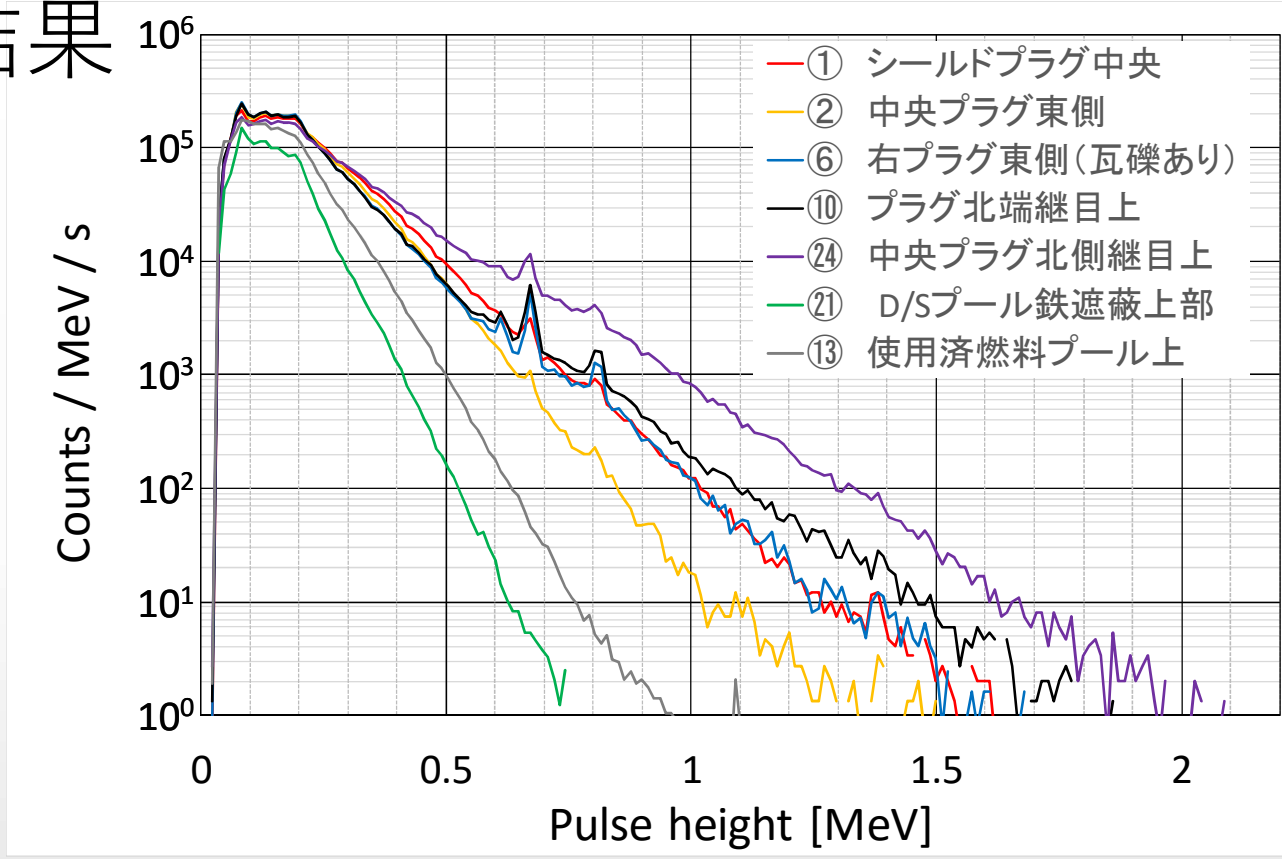
星印（赤）は、測定箇所（24ヶ所）を示す。

- オペフロ上の様々な地点（原子炉ウェル上、鉄遮蔽上、崩落箇所、使用済燃料プール上、ライニング施行箇所等）において測定（24箇所）。
- 放射線検出器がオペフロ上の約50cmとなる高さになるよう設定。

燃料取り出し (3号機)

z ←

測定結果



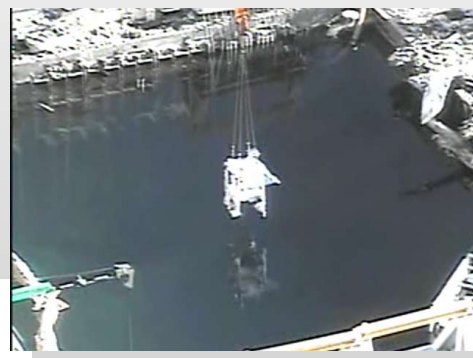
⑩プラグ北端継目上



⑥右プラグ東側 (表面に瓦礫あり)



㉑D/Sプール鉄遮蔽体 上部
*15cm厚



㉓使用済燃料プール上



②中央プラグ東側



①シールドプラグ中央

リスク低減目標マップ各項目の関係

地震

津波

燃料取り出し／炉内調査
⇒安定した土台の上で慎重な作業が進む

持続可能な汚染水対策／長期安定的な廃棄物管理
⇒廃炉作業は水商売；必然的に廃棄物は生じる。

労働環境整備
⇒すべての安全確保の第一歩は作業員の手から。

敷地境界外への影響の抑制（ダスト飛散防止・抑制）
⇒帰還する住民の妨げとならない。

地震・津波対策

- 耐震性については、耐震バックチェックを踏まえた評価・対策を完了。地震動（最大）：600gal（ほぼ平成23年地震と同じ）
- 津波対策については、アウターライズ津波に対する評価・対策（仮設防潮堤の設置）を完了。最大津波高さ：約14m
- 平成23年津波（最大津波高さ：15.5m）を踏まえた滞留水流出防止対策は実施中。
- 検討用地震動（900gal）、検討用津波高さ（26.3m）を踏まえた対策は検討中。