

現在も続く、福島第一原発からの放射性物質の放出

松久保 肇（NPO法人原子力資料情報室）

2023年9月27日



前提：
敷地境界実効線量 1mSv/y
・・・ただし現存被ばく状況下
での



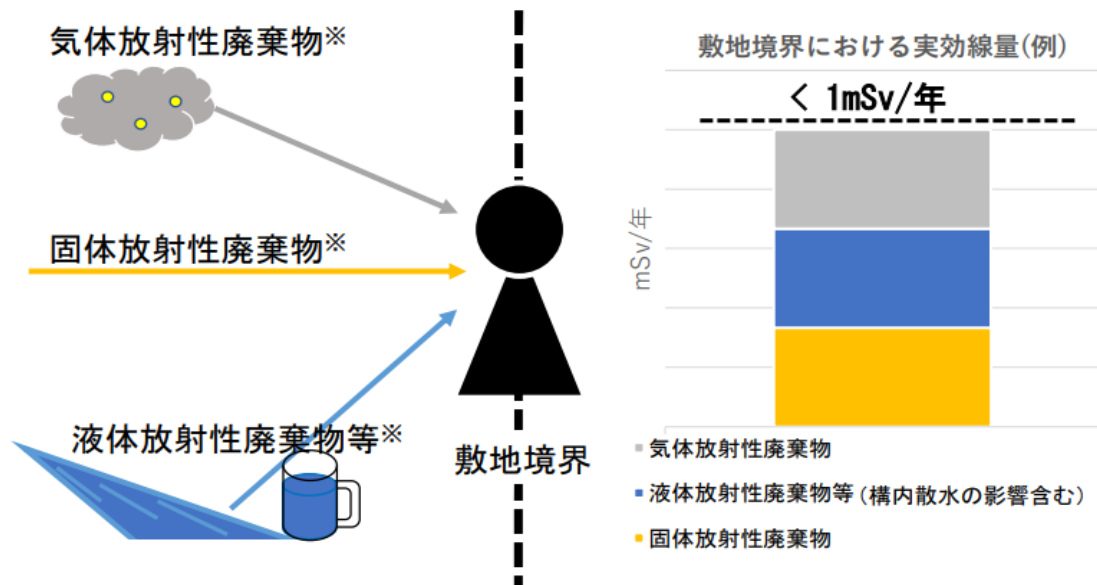
「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項」

(平成24年 原子力規制委員会決定) (抜粋)

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

○特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。

○特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を、平成25年3月までに1mSv/年未満とすること。



※発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量

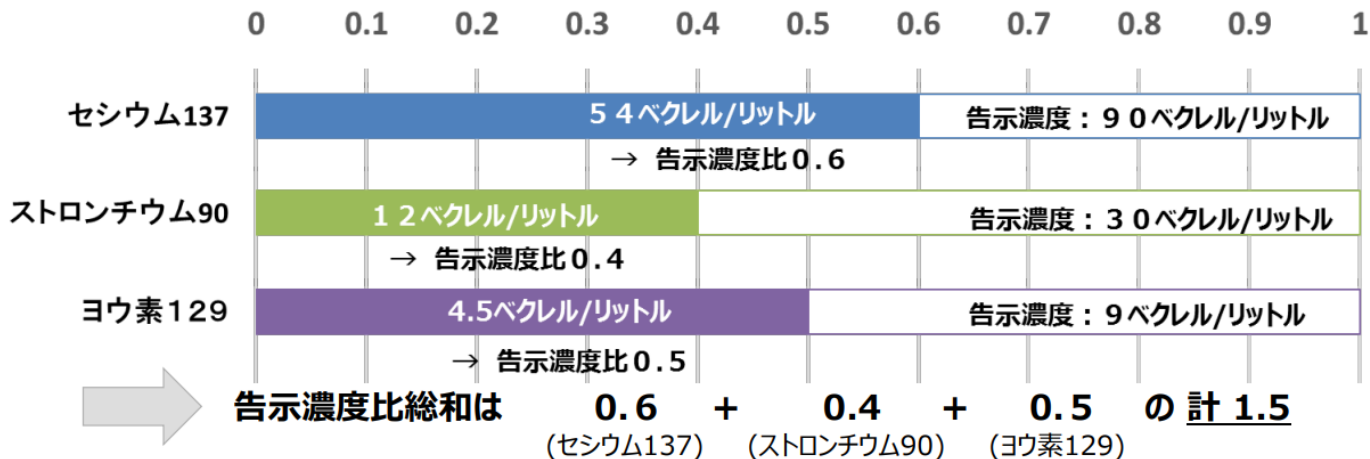
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/502394.pdf>



<参考> 告示濃度比総和について

- 『告示濃度比総和』とは、原子力規制委員会が安全審査に用いている、複数の放射性物質の影響を加味した規制基準の考え方。
- 基準の異なる放射性物質をまとめて評価するために、各放射性物質ごとに、規制基準値（告示濃度※）に対する実際の放射線濃度の割合を出し、その数値を合計した値（告示濃度比総和）を用いて評価。
- 規制基準を満たすためには、告示濃度比総和が『1（=1ミリシーベルト）』を下回る必要がある。

※ 告示濃度とは、毎日、その濃度の水を約2Lずつ飲み続けた場合、1年間で1ミリシーベルトの被ばくとなる濃度として設定。なお、トリチウムは6万ベクレル/L。



※ 1つ1つの放射性物質は基準値（=1）を下回っているが、総和が基準値（=1）を上回る場合、大気や海洋への放出はできない。4ster



① 原子炉等規制法に基づく人と環境への放射線防護の考え方

- 東京電力福島第一原子力発電所は事故発災プラントであり施設の状況に応じて適切な管理をするため、原子力規制委員会は福島第一原子力発電所を特定原子力施設に指定し、「現存被ばく状況」を前提とした規制を行っている。
- この前提のもと原子力規制委員会は、発災以降の追加的な放出等による外部への放射線の影響をできる限り低減することを求めており、その定量的な管理目標として、追加的な放出等による敷地境界での実効線量を「1mSv/年未満」と定めている。
- ALPS処理水の海洋放出は、上記現存被ばく状況下での放射線防護の仕組みの中で実行するものであり、「追加1mSv/年未満」を満足する形で行われる必要がある。

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/506677.pdf>



福島第一原子力発電所敷地境界における実効線量（評価値）



施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値；1mSv/年未満

保守的に、直接線・スカイシャイン線、気体放射性廃棄物、液体放射性廃棄物から評価された最大の線量を敷地周辺公衆が受けることを想定

福島第一原子力発電所の発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量の評価値は、約0.9mSv/年である。

- 互鎖一時保管エリア
- 伏採木一時保管エリア
- キャスク保管設備
- 固体廃棄物焼却設備
- 分析・研究施設第1棟
- 大型機器除染設備
- 増設固体廃棄物焼却設備
- 油処理装置
- 減容処理設備

周辺監視区域において直接線とスカイシャイン線の最高線量が評価される地点
(2021年9月現在
0.58mSv/年)

液体放射性廃棄物からの実効線量

- 排水 (0.22mSv/年；地下水バイパスやサブドレン処理水などの排水)
- 構内散水 (0.075mSv/年、5・6号機の貯留水などの散水)

気体放射性廃棄物からの最高線量が評価される地点
(2021年9月現在0.03mSv/y)

(出典)

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/implementation/pdf/3_2_2.pdf

2.2.3.2 各系統における線量評価

(1) 評価対象の系統

以下の系統について線量評価を行う。

○排水する系統

- ・ALPS 処理水
- ・地下水バイパス水
- ・堰内雨水
- ・サブドレン他水処理施設の処理済水

○散水する系統

- ・堰内雨水
- ・5・6号機滞留水の処理済水

本当にこれだけ？

海側遮水壁



2.1 海側遮水壁閉合作業(鋼管矢板打設)の状況

海側遮水壁については、下記スケジュールにて閉合作業を実施した。

鋼管矢板打設;9/22 打設完了。

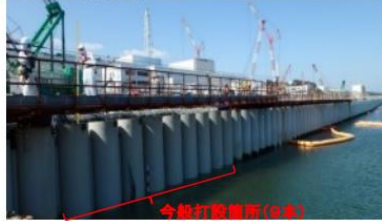
継手処理 ;10/26 作業完了。

【鋼管矢板打設状況】

〈鋼管矢板打設前〉



〈鋼管矢板打設完了後〉



【閉合作業実績】

●鋼管矢板打設作業状況

9月10日 鋼管矢板一次打設開始

9月19日 鋼管矢板一次打設完了

9月22日 鋼管矢板二次打設開始・完了

●継手処理作業状況

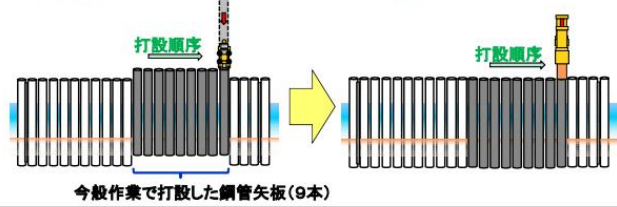
10月 8日～19日 継手洗浄実施・完了

10月10日～26日 モルタル注入実施・完了

【鋼管矢板打設作業概要】

〈一次打設〉

〈二次打設〉



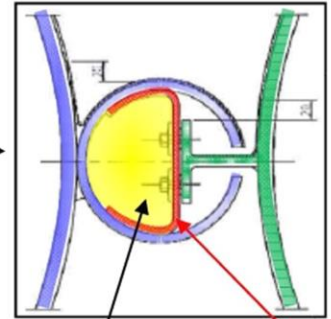
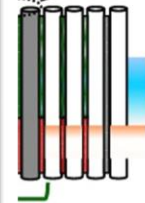
■海側遮水壁の構成
2015年10月に設置完了

全長 約780m

深さ 約 30m

=23,400m²

継手部拡大



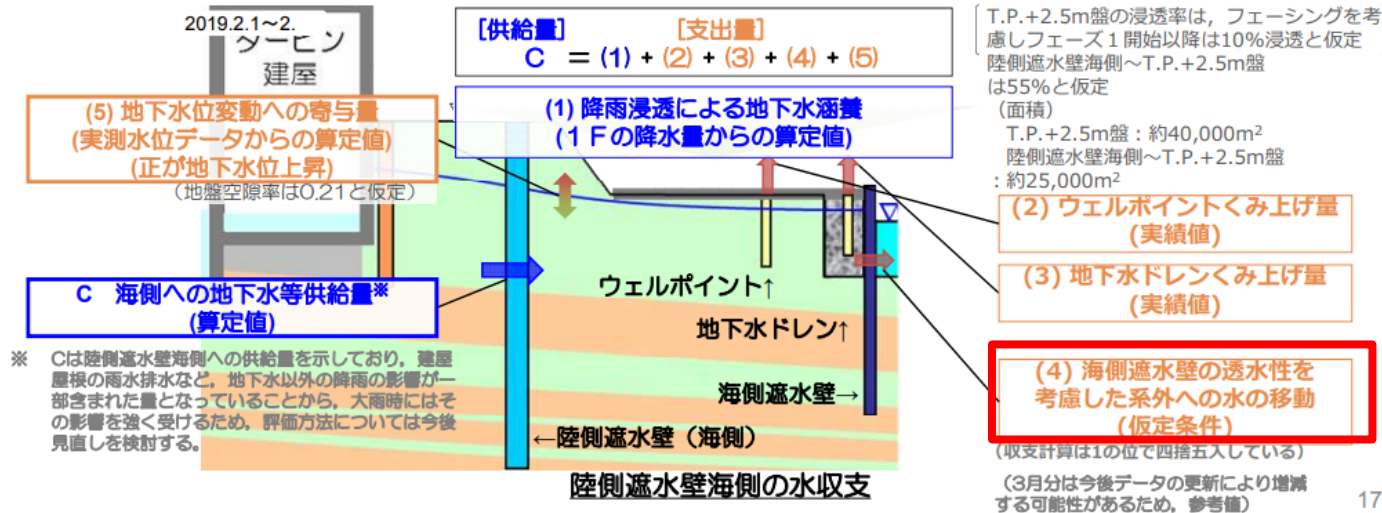
無収縮モルタル注入 遮水ゴム

海側
↑
↓
山側

【参考】凍結開始前と現状の陸側遮水壁海側(T.P.+2.5m盤)の水収支の評価 **TEPCO**

- 凍結開始前と現状の陸側遮水壁海側(T.P.+2.5m盤)の水収支を比較すると、陸側遮水壁海側への地下水等供給量は大雨による一時的な増加はあるものの、全体としては陸側遮水壁閉合前と比較して大幅に減少している。
- 減少している要因は、雨水浸透防止策（フェーシング等）、サブドレン稼働、陸側遮水壁（海側）の閉合などの複合効果によるものと考えられる。

実績値(m ³ /日)	(参考)降水量	陸側遮水壁海側への地下水等供給量C*	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2016.1.1~3.31	1.4 mm/d	310	-40	80	240	50	-20
2018.1.1~3.31	2.4 mm/d	50	-40	10	50	30	0
2018.11.1~11.30	1.0mm/d	60	-20	10	60	30	-20
2018.12.1~12.31	0.5mm/d	50	-10	10	30	30	-10
2019. 1.1~ 1.31	0.2mm/d	50	0	10	10	30	0
2019. 2.1~ 2.28	0.3mm/d	40	0	10	10	30	-10
(参考)2019.3.1~3.20	4.4mm/d	20	-80	10	30	30	30



(2) 設計条件

遮水壁には鋼管矢板を採用し、以下のとおり設計条件を設定する。

- ・ 遮水性：遮水壁の透水係数は、建屋周りの難透水層の透水係数と同程度となる 10^{-6} cm/sec とする。
- ・ 耐震性：「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年7月，（社）日本港湾協会）」（以下「港湾基準」という。）に準拠して、表-1 に示す照査を行う。
- ・ 耐久性：耐用年数は30年と仮定する。

https://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/110831i.pdf

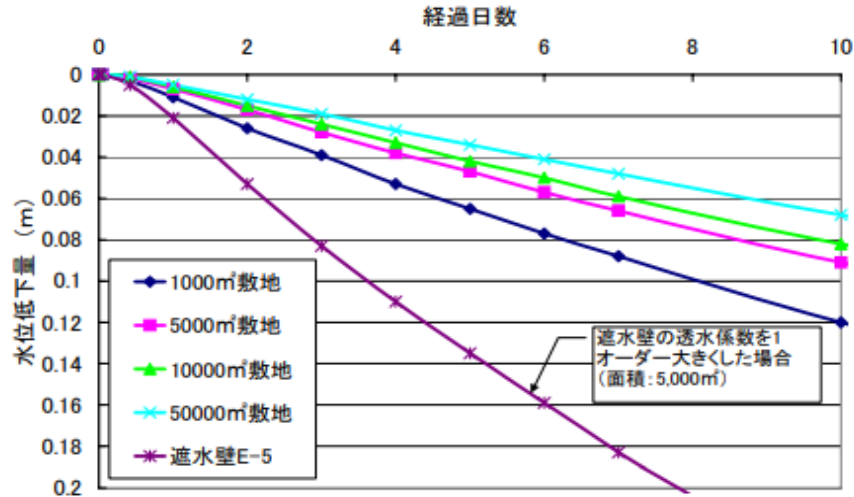


図4 封じ込め範囲の面積による水位低下曲線

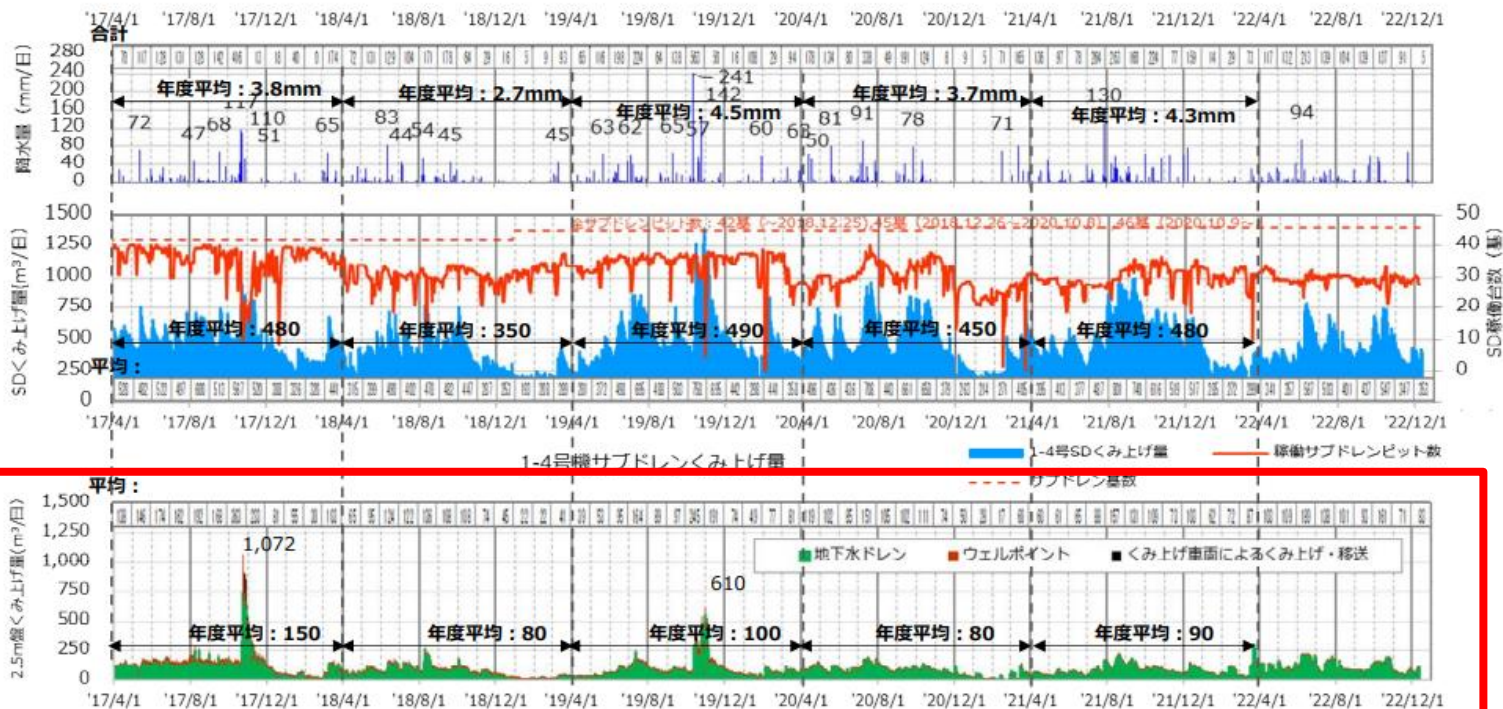
<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2008/63-03/63-03-0381.pdf>

透水係数 10^{-6} cm/sec、
厚さ50cmの遮水壁を設
置した場合の水位の変化



1-2. サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移

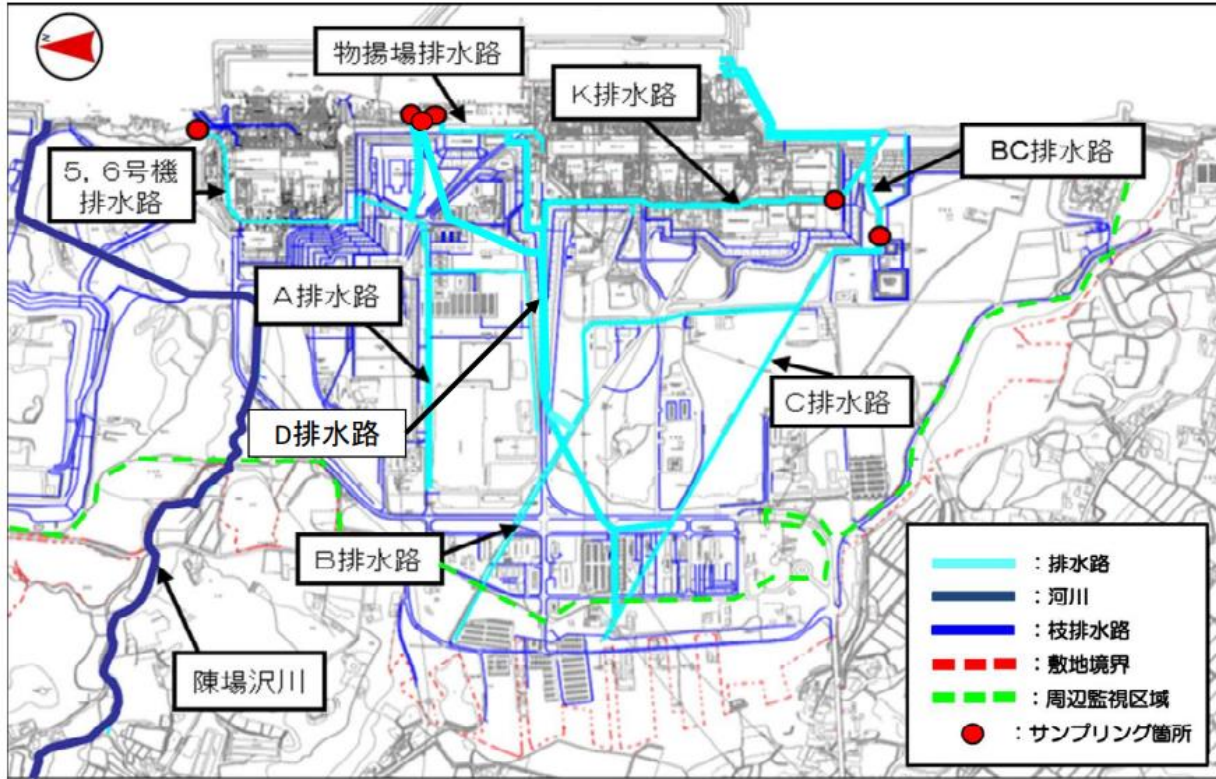
- 1-4号機サブドレンは、降水量に応じて、くみ上げ量が変動している状況である。
- T.P.+2.5m盤くみ上げ量は、T.P.+2.5m盤エリアのフェーシングが完了しており、安定的なくみ上げ量で推移している状況である。



構内排水路



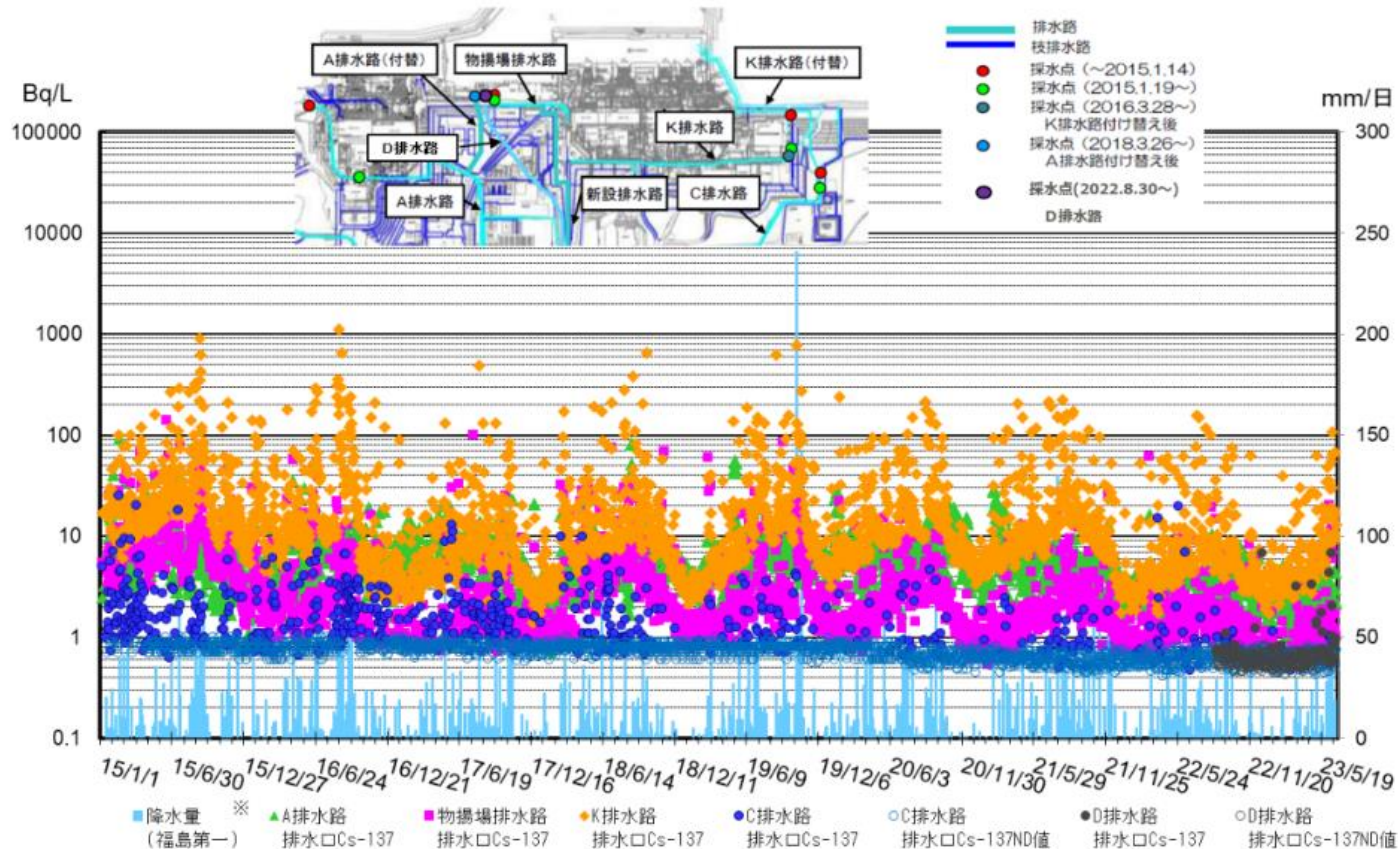
福島第一原子力発電所構内排水路のサンプリング箇所



https://www.tepco.co.jp/decommission/data/analysis/pdf_csv/form.pdf/drainage_map_form-j.pdf

「事故時のフォールアウトの影響で汚染されたタービン建屋の屋根等を通った雨水が排水路に流入することから、各排水路のモニタリングを継続して実施しています。」





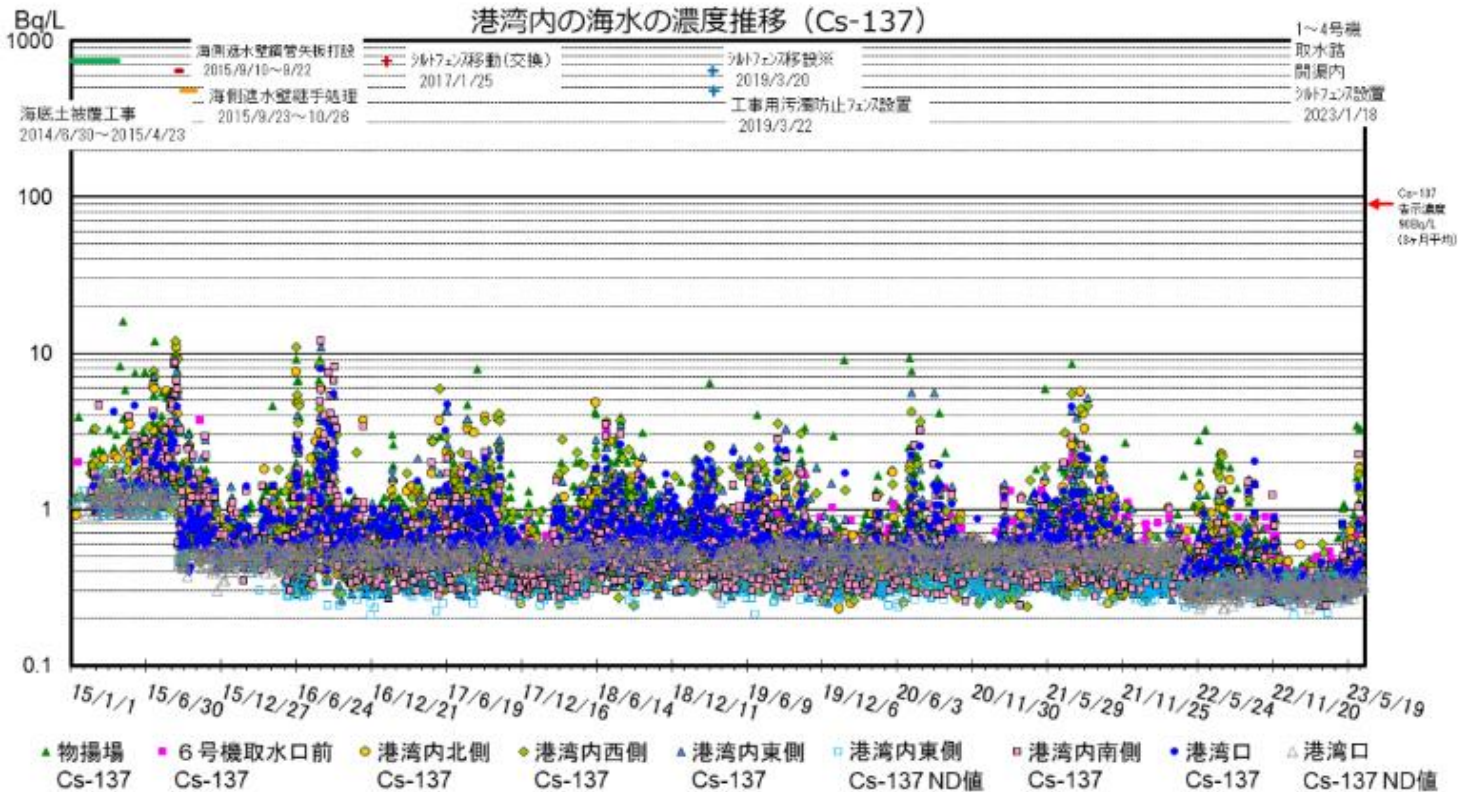
※:2017/5/13~5/15 欠測につき浪江アタスのデータを使用。

注:検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は各地点とも同等。



漏えい量の推定





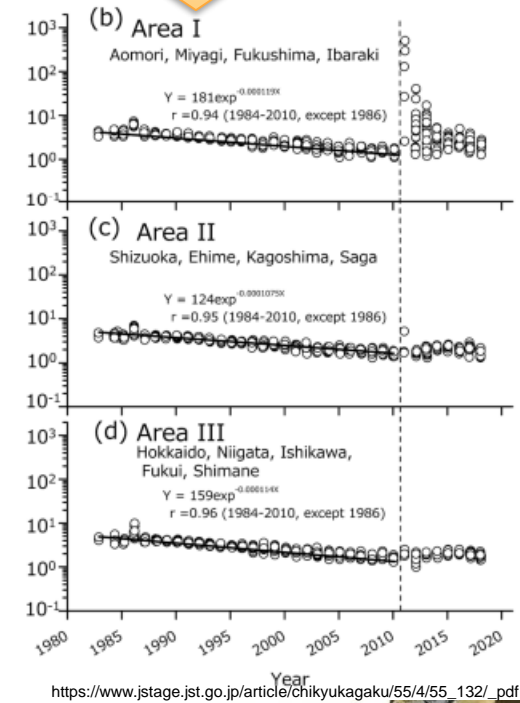
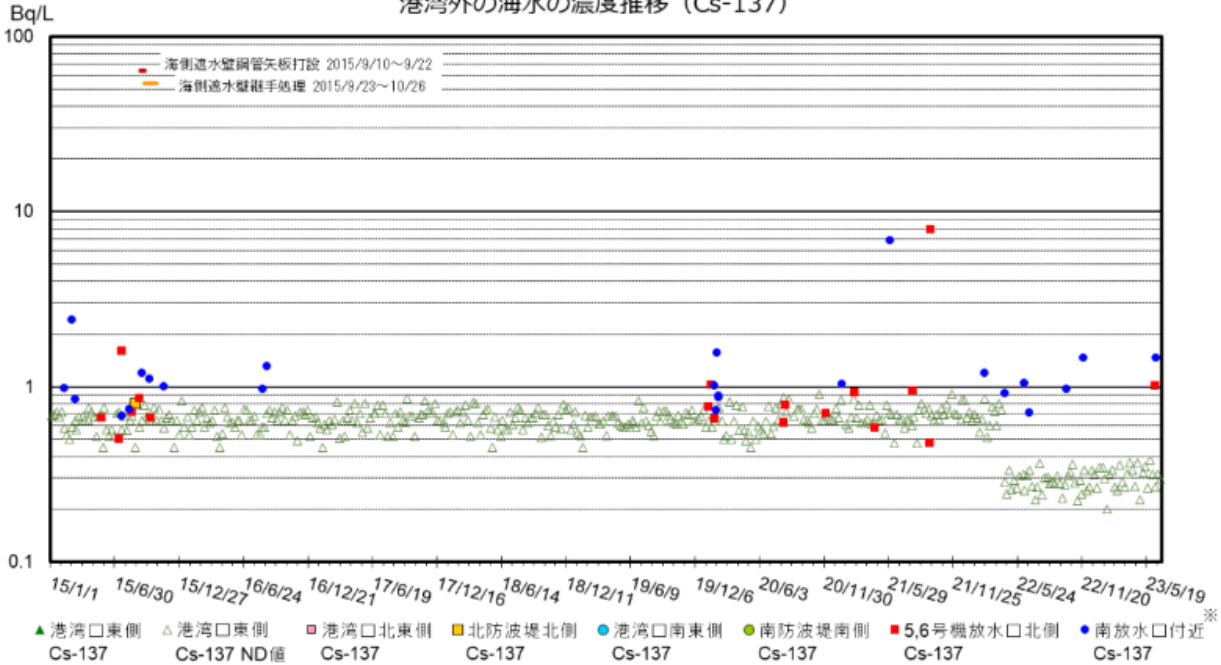
注: 2015/9/16以降、検出限界値を見直し(1.5→0.7Bq/L)。
 港湾口が検出限界値未満の場合に△で示す。(検出限界値は物揚場、6号機取水口前も同様)
 港湾内北側・西側・東側・南側について2016/6/1以降、検出限界値を見直し(0.7→0.4Bq/L)。検出限界値未満の場合は、□で示す。*:2019/3/20、シルトフェンスを開渠北端より開渠中央へ移設。
 2022/4/18以降、港湾口の検出限界値を見直し(1→0.4Bq/L)。



事故前の海水中セシウム137濃度は
平均1.5Bq/トン=0.0015Bq/L

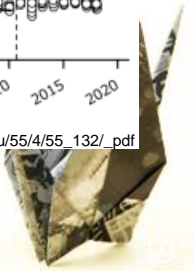
港湾外の海水の濃度推移 (1/3)

港湾外の海水の濃度推移 (Cs-137)

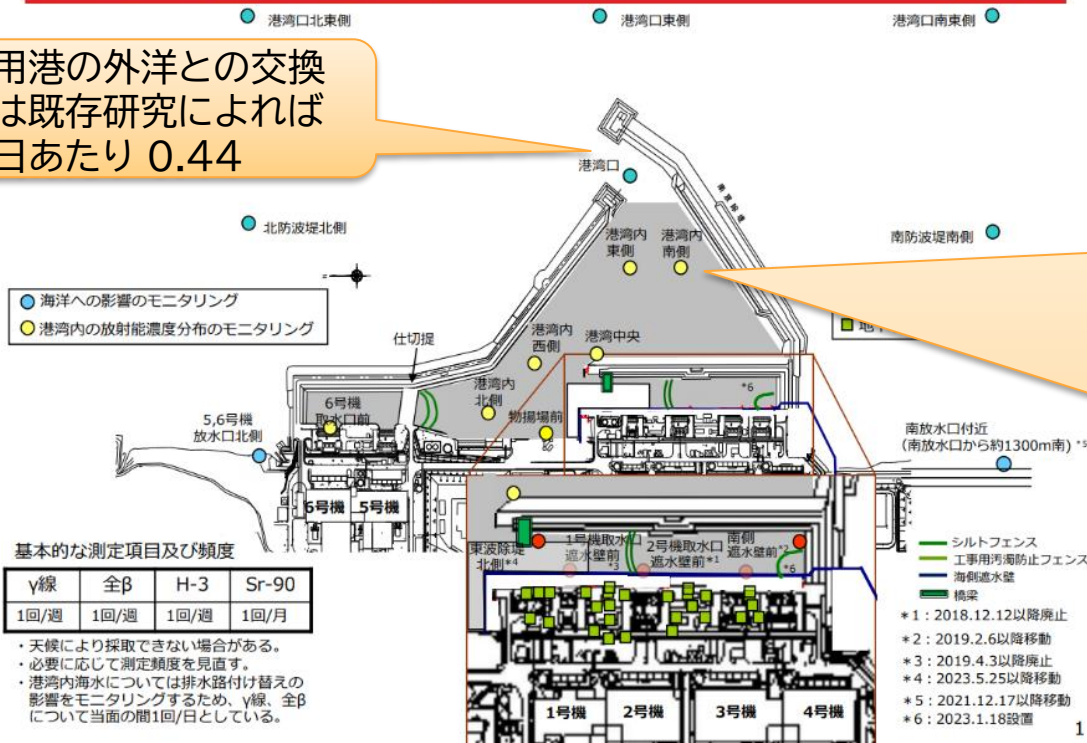


※: 2016/9/5以降、護岸が崩落しアクセスが困難なため採水できず。2016/9/21以降、南放水口より約330m南の地点(従来より約1km北)に変更。
2017/1/27以降、南放水口より約280m南の地点に変更。2018/3/23以降、南放水口より約320m南の地点に変更。
2021/12/17以降、南放水口より約1300m南の地点に変更。2022/4/18以降、検出限界値を見直し(1→0.4Bq/L)。

https://www.jstage.jst.go.jp/article/chikyukagaku/55/4/55_132/_pdf



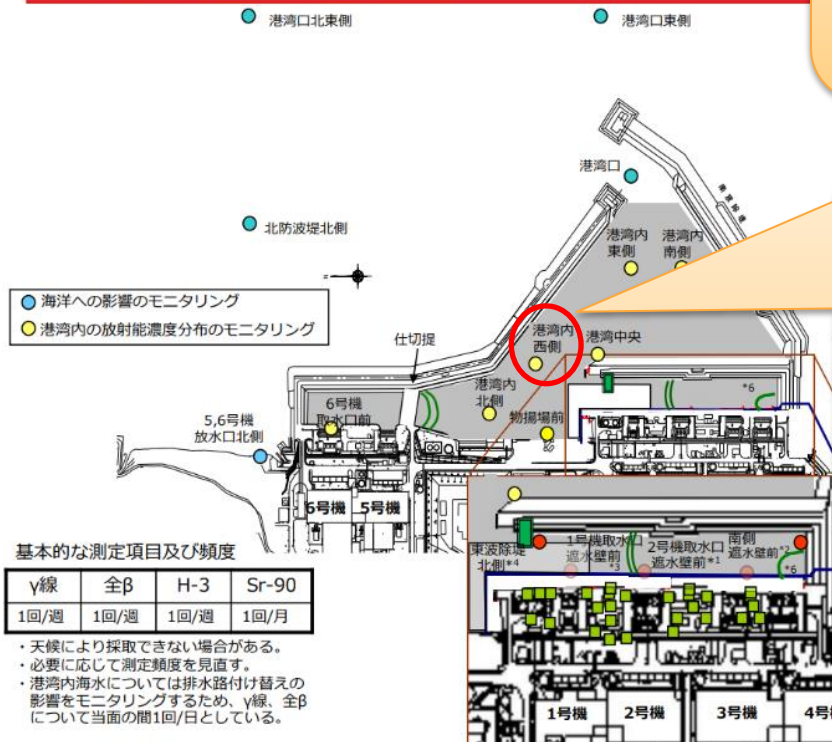
専用港の外洋との交換率は既存研究によれば一日あたり 0.44



- Google Earth Proを用いて計測したところ、専用港面積は約 25.4万 m²
- 専用港内の水深は平均 6m(東京電力資料では「港内は-6m に浚渫の上、バース長さ 170m の物揚場を設置し 3,000t 程度の船舶を接岸できるようにする」としている)



モニタリング計画（観測点の配置）



専用港入口付近のセシウム含有量：

2023年2月 0.010Bq/L、3月 0.07Bq/L、

沖合 2kmのセシウム含有量：

2023年2月 0.003Bq/L、3月 0.002Bq/L

2023年5月 港湾内西側平均

- ・ 高位推計：全β：14.25Bq/L、セシウム137：0.48 Bq/L、トリチウム：2.63 Bq/L
- ・ 下位推計：全β：13.37Bq/L、セシウム 137：0.38Bq/L、トリチウム：2.32 Bq/L

※推計方法：高位推計は検出されたデータのみでの平均値、下位推計はNDの場合、検出限界値として求めた

- 海側遮水壁
- 橋梁
- *1：2018.12.12以降廃止
- *2：2019.2.6以降移動
- *3：2019.4.3以降廃止
- *4：2023.5.25以降移動
- *5：2021.12.17以降移動
- *6：2023.1.18設置



専用港内に漏出している放射性物質質量(月次) =

海水に含まれる放射性物質質量(Bq/L) × (専用港面積) × (水深) ×
(外洋との交換率) × 1000(トン・リットル換算) × (月次換算)

2023年5月月次

全β : 2,500億Bq~2,900億Bq

セシウム137 : 70億Bq~ 96億Bq

トリチウム : 430億Bq~ 530億Bq

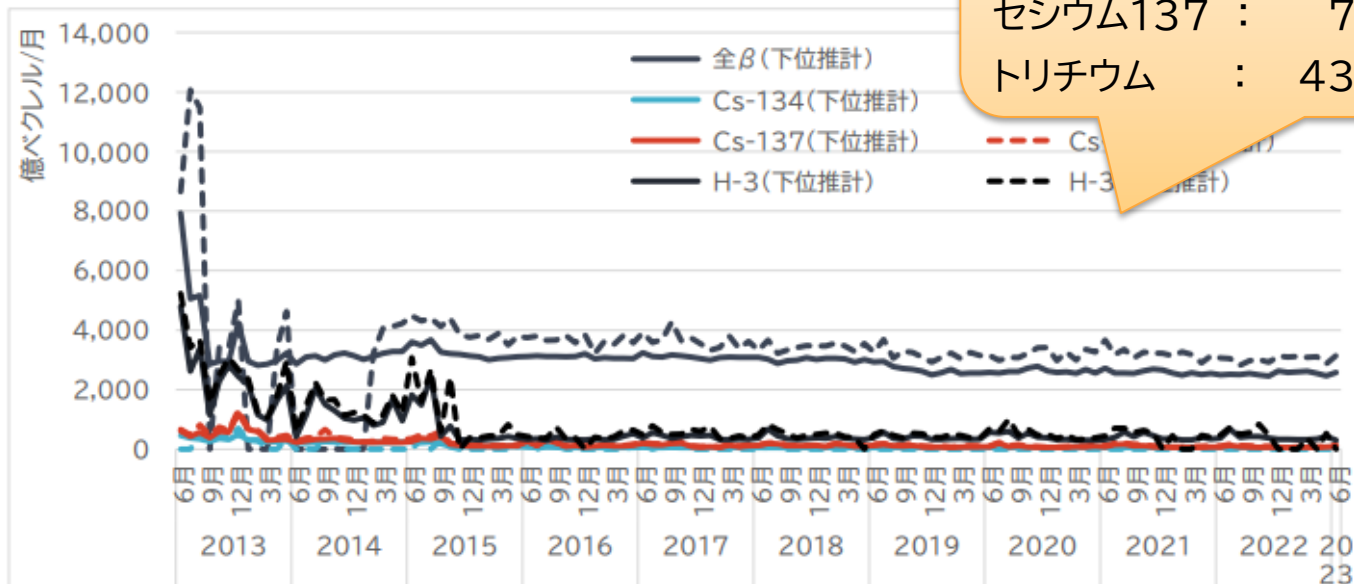


図7 港湾内西側地点のモニタリング調査に基づく専用港への放射性物質漏洩量推計(Bq/月)

特定非営利活動法人

原子力資料情報室

Nuclear Information Center



表 1 福島第一原発からの推計放射性物質放出量(月次)

	推計時期	放出先	セシウム 137	トリチウム	全β
建屋からの追加的放出量	2023年5月	大気	720万 Bq 以下		
地下水バイパスによる放出量	2023年6月	専用港外		3.4 億 Bq	
サブドレン等による放出量	2023年6月	専用港		153.4 億 Bq	
専用港への放出量推定	2023年5月	専用港	70 億 Bq ～ 96 億 Bq	430 億 Bq ～ 530 億 Bq	2,500 億 Bq ～ 2,900 億 Bq
参考:ALPS 処理汚染水の放出目標	放射線影響 評価報告書 ⁹	専用港外	400 万 Bq	1.833 兆 Bq	28 億 Bq ¹⁰



- 敷地境界における追加的放出に伴う実効線量評価では、ALPS処理汚染水やサブドレン水、地下水バイパスは評価対象。一方、海側遮水壁や構内排水路を経由した放出は評価対象外。すなわち汚染水を直接流した場合評価せず、浄化処理した場合は評価。
- おもに事故時に建屋内に放出された1～4号機原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)からの放出は気体廃棄物として評価。徐々に建屋から漏れている放射性物質は評価対象とし、建屋から漏れていると推定される放射性物質の海洋放出を評価対象としないことは矛盾

疑問

- なぜ、専用港への放射性物質の漏出は評価されていないのか
- 現在の海側遮水壁からの海洋への漏出量はどのように評価しているのか
- 排水路からの放射性物質放出はどのように評価しているのか
- 評価した場合、実効線量評価上、どのような評価となるのか
- 評価した場合、ALPS処理汚染水の海洋放出で要求されている「追加的放出による敷地境界での実効線量を1mSv/年未満」に影響はあるか

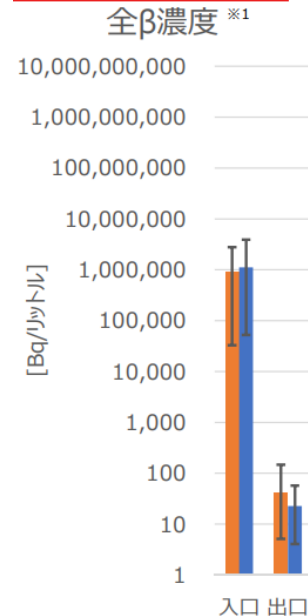


仮に計算してみると

主要7核種+トリチウム	告示濃度限度 (Bq/L)	月次推計値	漏えい量を30トン/日とした場合の濃度 (Bq/L)	告示濃度比
セシウム134	60			
セシウム137	90	70~96億Bq	7,000~10,000	77~111
コバルト60	200			
ルテニウム106	100			
アンチモン125	800			
ストロンチウム90	30			
ヨウ素129	9			
トリチウム	60,000	28億Bq	3000	0.05
全ベータ		2,500~2,900億Bq	200,000~300,000	

専用港の海水の精密な測定が実施されていないため、詳細は不明

2018年度(～2018/8/31)
多核種除去設備出入口の告示濃度比



全β濃度の平均値^{※1} [Bq/L]

		全β濃度
既設	入口	92万
	出口	42
増設	入口	110万
	出口	23



https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/010_04_05.pdf

