

資料5 福島第一原発・主要なリスク対策

メガフロート

1・2号共用排気筒

AREVA スラッジ

資料5の概要

- ▶固体廃棄物・液体廃棄物にも分類されないリスク要因と、その対策。
- ▶メガフロートは津波漂流物となる可能性→ 港湾開渠内に沈下・着底。
- ▶1・2号共用排気筒は中央付近に亀裂→ 遠隔操作の無人機により、上半分を解体。
- ▶海拔10m盤にある AREVA スラッジのインベントリは Sr90 で推定 1.1 京Bq→ 高所へ移送予定。

資料6 福島第一原発・液体廃棄物（汚染水）

水処理の基本フロー

タンク容量・貯留量推移

ALPSの構成図と除去可能な62核種

タンク貯留容量の限界

HIC保管容量の限界

資料6の概要

- ▶水処理の「基本的な流れ」
- ▶タンク容量・貯留量の推移。タンク運用基数。
- ▶三つの基本方針（「取り除く」「近付けない」「漏らさない」と、12の対策
- ▶汲み上げ水の排水基準
- ▶ALPSで除去可能な62核種・半減期・告示濃度
- ▶ALPS構成図—薬液の種類・水処理二次廃棄物・スラリー・HIC
- ▶汚染水対策で迫る2つの「時間切れ」
 - タンク容量の限界→ タンク容量が尽きると、水が汲み上げられなくなる。
 - HIC保管容量の限界→ HICの保管場所が尽きると、ALPSは稼働できなくなる。

▶メガフロート（大型浮体式海洋構造物）とは

- 全長約 136m・全高約 3m・全幅約 46m。内部は 9 つの水密区画に分割。
- 静岡県清水市の海釣り公園用として使用していたもの。2011 年 4 月に静岡市が東電へ譲渡。
- 5・6号タービン建屋滞留水（流入した津波が主）を貯留する為にフクイチへ移動。
- 貯留していた汚染水は 12 年 12 月までにタンクへ移送。
- 12 年 12 月以降、港湾内北側に移動させ、バラスト水 9000 t を貯留して係留を継続していた。
- 津波襲来時に漂流物となり、地上に打ち上げられたり、設備を破損させる可能性があった。

▶メガフロートによるリスク除去の為の対策

- 港湾開渠内で沈下・着底させ、作業ヤードや物揚げ場として活用することとした。
- 2019 年 5 月 7 日に港湾北側から移動開始。16 日までに開渠南側（3・4号機前）へ移動。
- 現在（19 年 7 月末）は着底マウンドの構築と、バラスト水の移送中（ステップ 1）。
- 着底マウンド（人工地盤）の材料はフクイチ構内で製造（原料は火発で発生する石灰岩や石膏）。
- 着底・内部充填の完了は 20 年度上半期予定。
- 護岸工事・盛土工事等、全ての工程完了は 21 年度末予定。

資料 5-1 メガフロート 工事概要

参照図：TEPCO の web

▶1・2号共用排気筒の上部解体。必要性和計画の概要

- 1・2号共用の排気筒（全高約 120m）には、9 箇所斜材に破断が確認されている。
- 倒壊防止の為、クレーンで吊り下げた遠隔操作の無人機により、高さ 59m から上を解体予定。
- 2019 年 8 月開始予定。20 年 3 月完了目標。
- 排気筒表面から 1 m 離れた地点の空間線量 → 「高さ 7 m で 8.84mSv/h」「同 18m で 3.19m Sv/h」（2014 年 12 月 9 日計測）

資料 5-2 排気筒解体計画 概要

参照図：TEPCO の web

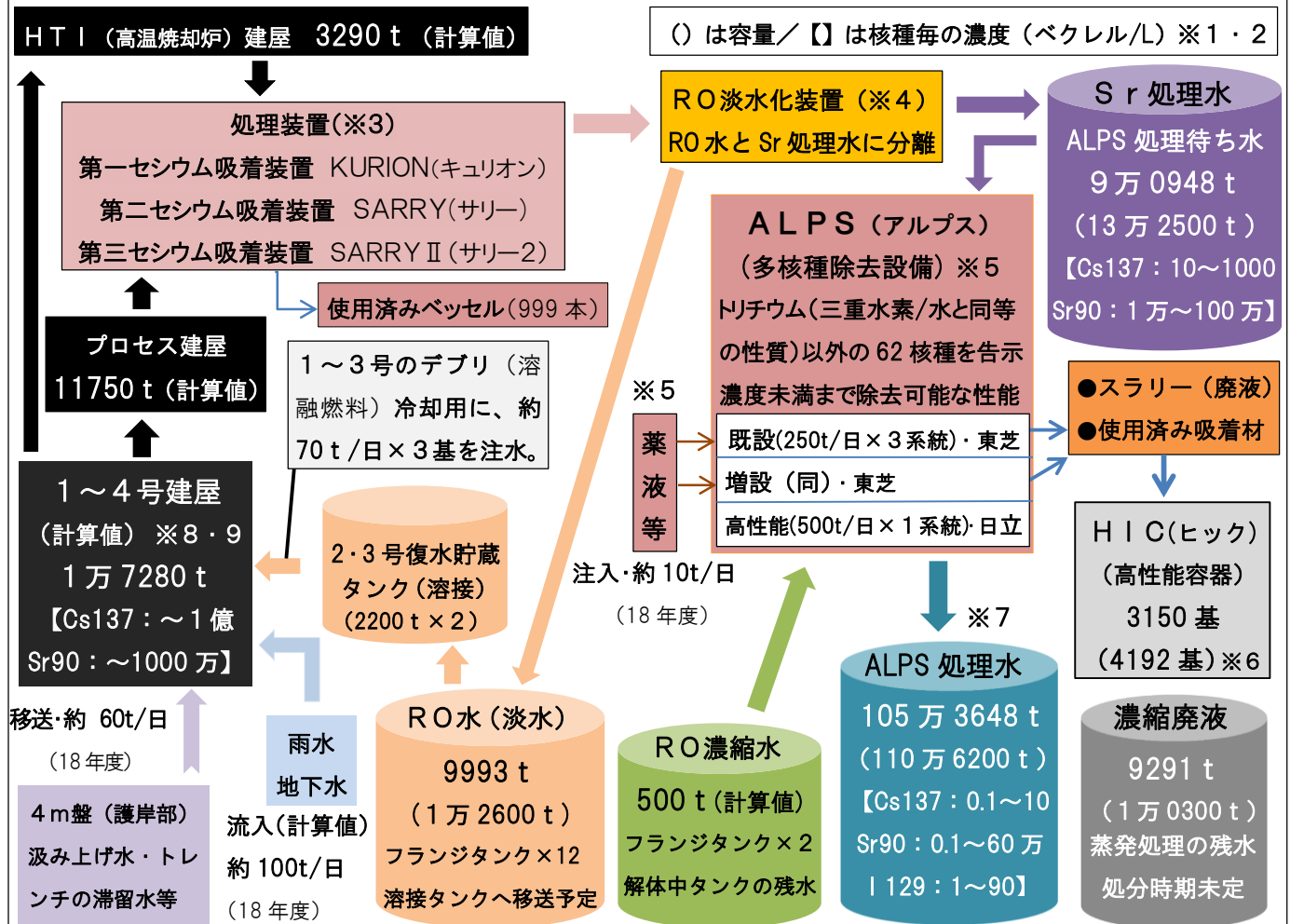
▶AREVAスラッジとは

- フランスの AREVA 社から購入した汚染水処理設備で発生した廃棄物。
- 「AREVA」はプロセス主建屋に設置。漏洩事故で運用を停止した。2011 年 10 月以降、待機状態。
- AREVAスラッジはプロセス主建屋地下の貯槽 D に沈殿（約 37 m³・Sr 90 で推定約 1.1 京Bq）
- 貯槽 D には、使用前にコンクリート表面に塗料塗布等で、漏洩防止策を実施。
- プロセス主建屋は 0. P+10m に有る。津波対策として、開口部閉塞は 18 年 9 月末に完了。
- スラッジが地下で漏洩すれば、周辺地盤が高濃度に汚染される。地下水に混入する可能性も有る。
- 貯槽 D の上部が 10~20mSv/h の高線量エリアの為、除染が必要（実施中）。
- 沈殿しているスラッジを遠隔操作で抜き取り、容器に詰めて 0. P+26.5m 以上で保管する方針。
- 20 年度末に抜き取りを開始予定。
- 貯槽 D の滞留水はタービン建屋へ移送し、ALPS で処理予定。

資料 5-3 「3.11 津波対策（開口部閉塞等）」「抜き出しから容器保存まで」

参照図：出典未確認

福島第一原発の水処理・基本フローと、貯留量・滞留量 (2019年7月最終木曜)



タンク貯留水総量: 116万4416 t (1週間で786 t 増 / 4週間で3230 t 増)

タンク運用上限値: 126万1600 t 容量 (同・6500 t 容量増 / 4週間で1万9800 t 容量増)

建屋滞留水総量 (計算値): 3万2080 t (同・240 t 増 / 4週間で440 t 増)

注1: 雨水タンクは14基・約1.9万t容量を運用(18年11月)。

注2: 5・6号建屋には約4900tが滞留(19年6月)。5・6号建屋用タンクは49基・約1.6万t容量を運用。

注3: 「タンク外周堰内の雨水」「5・6号建屋滞留水」は、浄化装置を通して構内に散水(ダスト防止)
(堰内雨水の散水時の1L当たり濃度平均値 [18年度第4四半期] → Cs137: 0.26Bq / Sr90: 0.17Bq)
(5・6号滞留水の同平均値 [同上] → Cs137: 検出限界値未滿 / Sr90: 0.0083Bq)

参考1: 1立米(立方メートル) ≒ 100万立方センチ ≒ 1 t ≒ 1000L = 2L入りペットボトル×500本

参考2: 葛西臨海水族館のマグロ群の大水槽は2200t容量。アクアマリンふくしまの潮目の大水槽は2050t容量。

※1: Bq = Becquerel (ベクレル) → 「放射線を放つ能力(放射能)」を表す単位。

※2: 「Cs137→セシウム137」「Sr90→ストロンチウム90」「I129→ヨウ素129」

※3: セシウムとストロンチウムを一定程度除去。

※4: RO = Reverse Osmosis (リバース・オズモシス/逆浸透)

※5: 構成・除去可能な核種等は別添資料を参照。

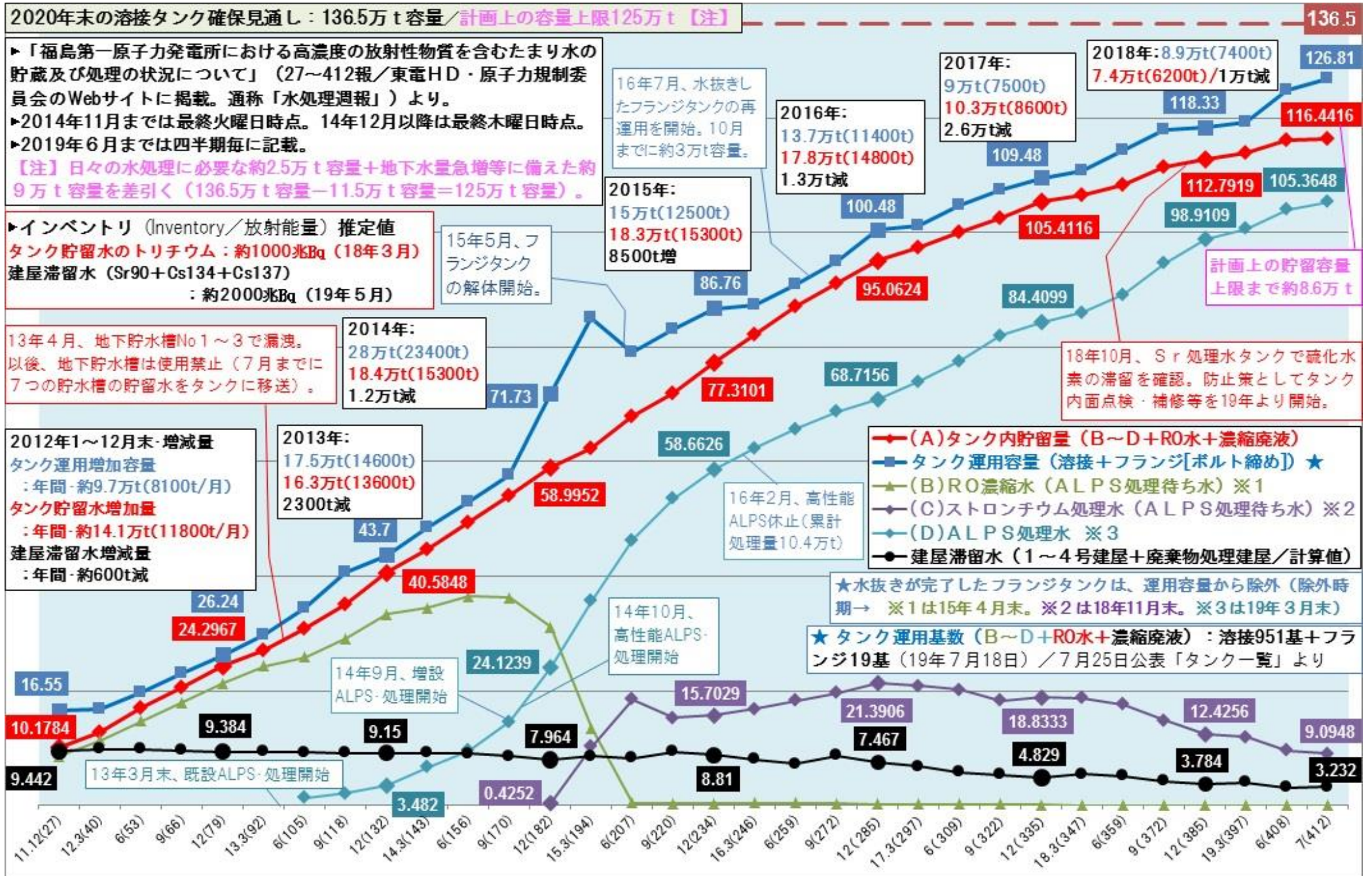
※6: HIC内のスラリーの推定インベントリ(放射エネルギー)は、Sr90で約22京Bq(18年5月2日時点)。

※7: 最終処分方法・時期は、経済産業省の「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」で方針検討中。

※8: 1~4号建屋の開閉口122ヶ所の内、19年2月時点で60ヶ所余を閉塞済み。全箇所の閉塞完了は21年度予定。

※9: 1号タービン建屋は17年3月末に滞留水除去完了。最下階の床は約0.P+1.5m(福島第一の海拔)。空間線量は0.5~10mSv/h(17年3月30日計測/原子力規制庁・保安検査官の調査に基づく)。

資料6-2 福島第一原発の汚染水～建屋滞留量・タンク容量・貯留量、四半期毎推移～（2011年12月末～19年7月末／単位：万m³〔≒万t〕）



参照図：原子力規制庁作成の資料より

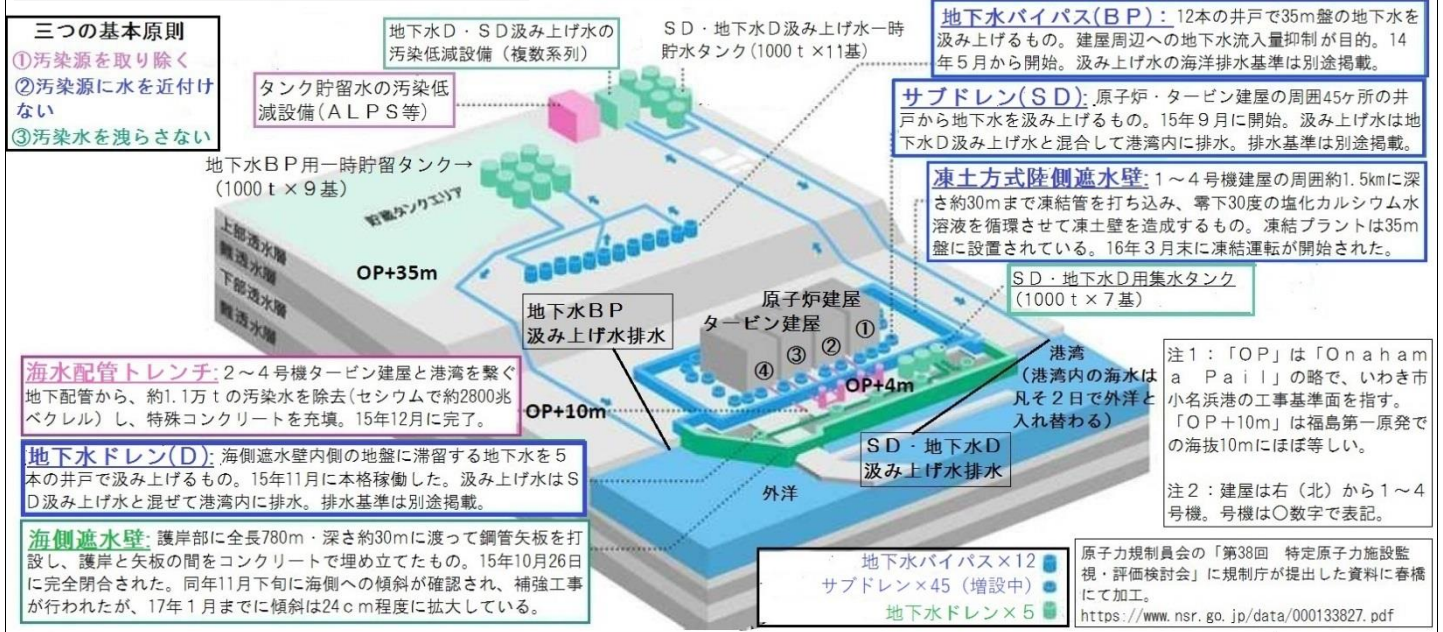
http://ndf-forum.com/ref/d2_yamagata.jp.pdf

資料6-3-1

福島第一原発での汚染水対策・三つの基本方針							
東京電力・経済産業省の資料に基づいて春橋作成。○数字は便宜上つけたもの。実施場所は俯瞰図・断面図を参照。							
方針		名称	場所	内容(概略)	汲み上げ水扱い	現状	
(汚染源を) 取り除く	①	ALPS(多核種除去設備)	35m盤	汲み上げ水浄化	—	実施中	
	②	1~4号海側配管トレンチ閉塞	4m盤地下	高濃度滞留水除去		2~4号トレンチは完了	
(汚染源に) 近付けない	③	地下水バイパス(BP)	35m盤	地下水汲み上げ	基準に則って海洋排水	実施中	
	④	サブドレン(SD)	10m盤・建屋周囲	地下水汲み上げ			
	⑤	凍土方式陸側遮水壁(凍土壁)	10m盤・建屋周辺	地下水堰き止め		—	凍結運転中
	⑥	フェーシング(耐水舗装)	敷地全体	雨水浸透防止			建屋周辺を除いて完了
(汚染水を) 漏らさない	⑦	溶接タンク増設	35m盤	汲み上げ水貯留	—	実施中	
	⑧	タンクエリア堰の嵩上げ等		漏洩拡大防止			
	⑨	海側遮水壁	4m盤護岸部	海洋への流出防止		完了(海側へ傾斜)	
	⑩	地下水ドレン(D)	4m盤	地下水汲み上げ		基準に則って海洋排水、 又はタービン建屋へ移送	実施中
	⑪	ウェルポイント		タービン建屋へ移送			
	⑫	水ガラスによる地盤改良	4m盤地下	地下水堰き止め		—	完了

資料6-3-2

福島第一原発の汚染水対策・俯瞰図 (向かって右が北側)



地下水BP(バイパス)・SD(サブドレン)・地下水D(ドレン)汲み上げ水の海洋排水基準(単位「Bq/L」)							
東京電力・経産省のWebサイト、「平成28年度発電用原子炉等利用環境調査」報告書(三菱総合研究所)に基づいて、春橋作成							
核種	セシウム134	セシウム137	全アルファ	ガンマ核種	全ベータ(※1)	ストロンチウム90	トリチウム
半減期(約)	2年	30年	—		—	29年	12年
BP排水基準	1		—	未検出であること	5(1)※2	—	1500
SD・D排水基準					3(1)※2		
告示濃度	60	90	—		—	30	6万
WHO飲用基準	10		—		—	10	1万(※3)
濃度計測は、東電HDと第三者機関(「日本分析センター」「日本原子力研究開発機構」「三菱原子燃料株式会社」「㈱環境総合テクノス」「東北緑化環境保全株式会社」)が実施。							
※1 相関の高いストロンチウム90を代表核種として計測							
※2 10日に1回は検出限界値を下げて「1Bq/L未満」であることを確認。							
※3 その他の濃度基準	大韓民国と、フランス電力の定める放水口濃度上限：4万/合衆国濃度基準：3.7万/カナダ政府・カナダの複数州の飲料水濃度基準：7000(電力事業者は100未満での放出を公約)(オンタリオ州飲料水諮問委員会は20を提案)/EUと、フランスの飲料水濃度基準：100						

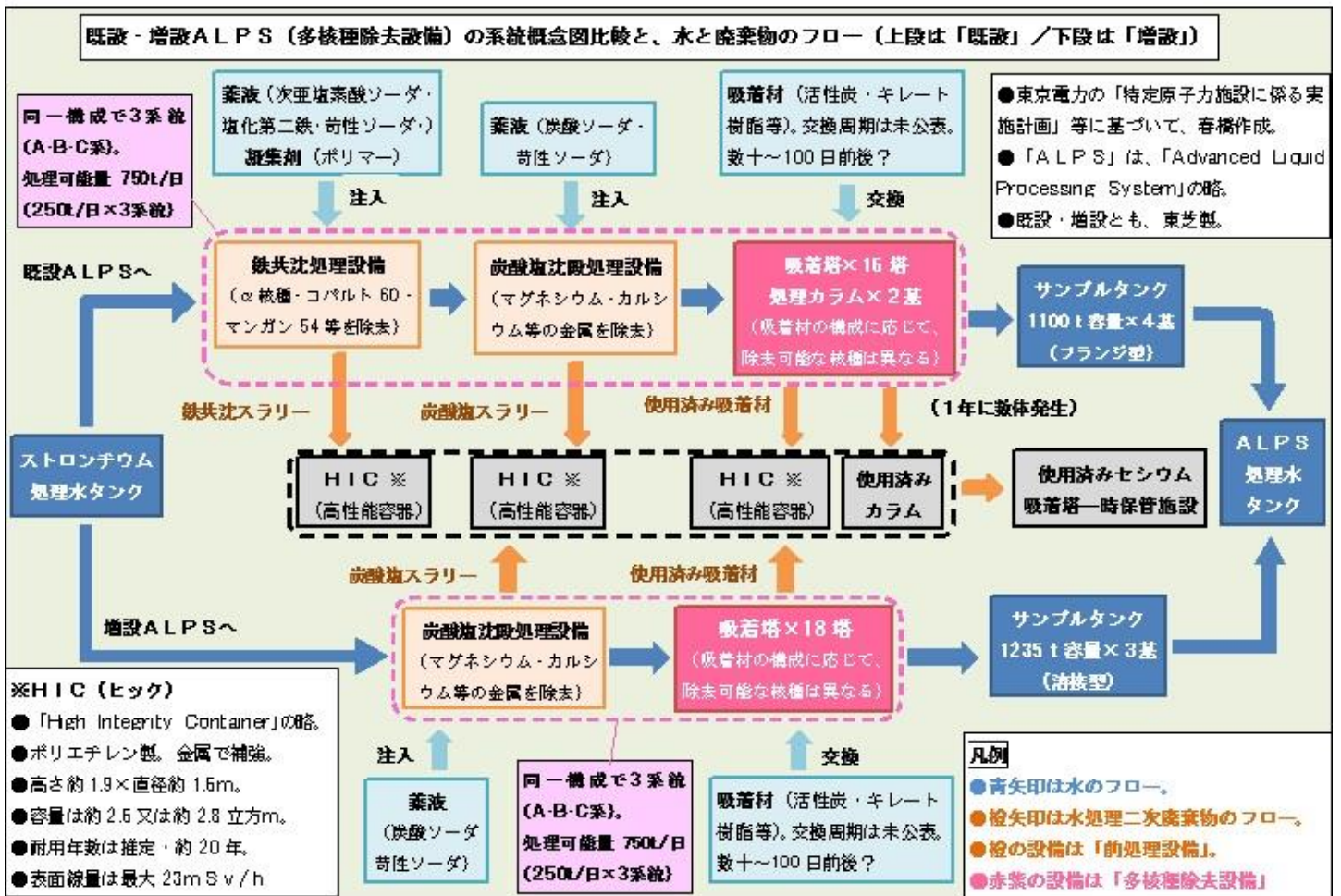
ALPS(多核種除去設備)で除去可能な62核種(※1)と告示濃度(※2)						
東京電力・原子力規制委員会等の資料・Webサイトに基づき、春橋作成						
核種名称	半減期(約)	告示濃度(Bq/L)(※2)	核種名称	半減期(約)	告示濃度(Bq/L)(※2)	
1 ルビジウム86(Rb-86)	19日	300	32 バリウム140(Ba-140)	13日	300	
2 ストロンチウム89(Sr-89)	51日	300	33 セリウム141(Ce-141)	32日	1000	
3 ストロンチウム90(Sr-90)	29年	30	34 セリウム144(Ce-144)	280日	200	
4 イットリウム90(Y-90)	64時間	300	35 プラセオジウム144(Pr-144)	17分	2万	
5 イットリウム91(Y-91)	59日	300	36 プラセオジウム144m(Pr-144m)	7分	4万	
6 ニオブ95(Nb-95)	35日	1000	37 プロメチウム146(Pm-146)	6年	900	
7 テクネチウム99(Tc-99)	21万年	1000	38 プロメチウム147(Pm-147)	3年	3000	
8 ルテニウム103(Ru-103)	40日	1000	39 プロメチウム148(Pm-148)	5日	300	
9 ルテニウム106(Ru-106)	370日	100	40 プロメチウム148m(Pm-148m)	41日	500	
10 ロジウム103m(Rh-103m)	56分	20万	41 サマリウム151(Sm-151)	87年	8000	
11 ロジウム106(Rh-106)	30秒	30万	42 ユウロピウム152(Eu-152)	13年	600	
12 銀110m(Ag-110m)	250日	300	43 ユウロピウム154(Eu-154)	9年	400	
13 カドニウム113m(Cd-113m)	15年	40	44 ユウロピウム155(Eu-155)	5年	3000	
14 カドニウム115m(Cd-115m)	45日	300	45 ガドリウム153(Gd-153)	240日	3000	
15 スズ119m(Sn-119m)	290日	2000	46 テルビウム160(Tb-160)	72日	500	
16 スズ123(Sn-123)	130日	400	47 プルトニウム238(Pu-238)	88年	4	
17 スズ126(Sn-126)	10万年	200	48 プルトニウム239(Pu-239)	2.4万年	4	
18 アンチモン124(Sb-124)	60日	300	49 プルトニウム240(Pu-240)	6600年	4	
19 アンチモン125(Sb-125)	3年	800	50 プルトニウム241(Pu-241)	14年	200	
20 テルル123m(Te-123m)	120日	600	51 アメリシウム241(Am-241)	430年	5	
21 テルル125m(Te-125m)	58日	900	52 アメリシウム242m(Am-242m)	150年	5	
22 テルル127(Te-127)	9時間	5000	53 アメリシウム243(Am-243)	7400年	5	
23 テルル127m(Te-127m)	110日	300	54 キュリウム242(Cm-242)	160日	60	
24 テルル129(Te-129)	70分	1万	55 キュリウム243(Cm-243)	29年	6	
25 テルル129m(Te-129m)	34日	300	56 キュリウム244(Cm-244)	18年	7	
26 ヨウ素129(I-129)	1600万年	9	57 マンガン54(Mn-54)	310日	1000	
27 セシウム134(Cs-134)	2年	60	58 鉄59(Fe-59)	45日	400	
28 セシウム135(Cs-135)	300万年	600	59 コバルト58(Co-58)	71日	1000	
29 セシウム136(Cs-136)	13日	300	60 コバルト60(Co-60)	5年	200	
30 セシウム137(Cs-137)	30年	90	61 ニッケル63(Ni-63)	100年	6000	
31 バリウム137m(Ba-137m)	3分	80万	62 亜鉛65(Zn-65)	240日	200	

※1：トリチウム(H-3)は水と同等の性質を有する為、分離・除去不可。半減期12.3年。告示濃度は6万Bq/L。

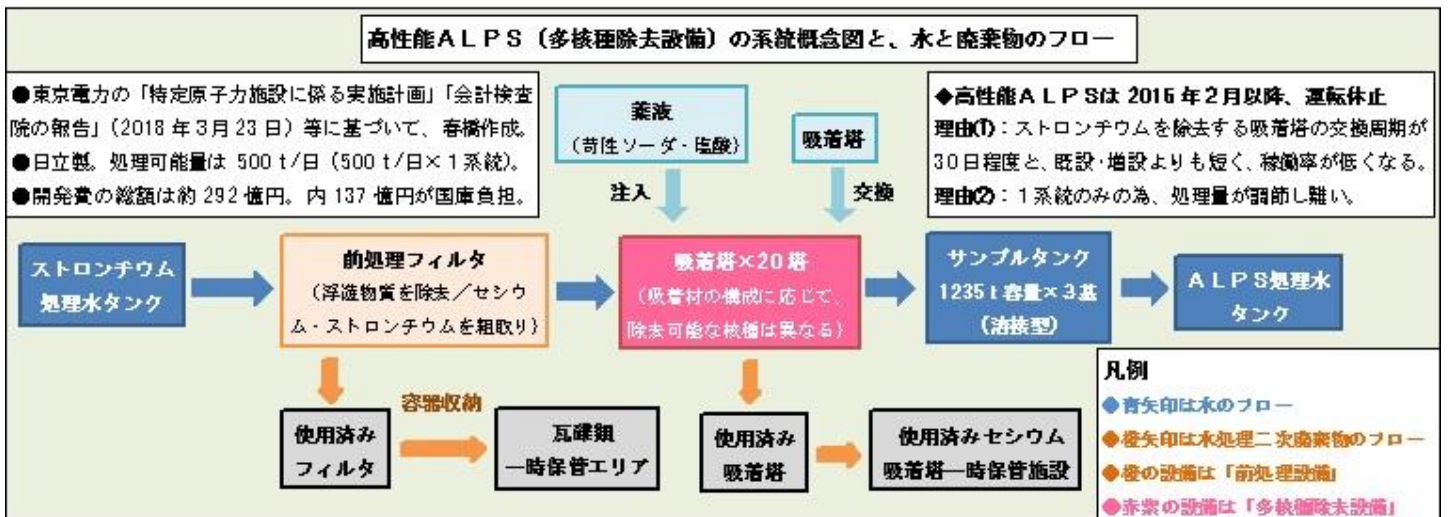
※2：告示濃度→ 該当濃度の水を1年間・日量約2L(全年齢層平均)飲用し続けて、内部被曝線量が約1mSvに達する濃度。正式名称は「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」(平成13年度経済産業省告示第百八十七号)の「別表第二第六欄 周辺監視区域外の水中の濃度限度」。元の値は「Bq/cm³」の為、本表では1000倍にして「Bq/L」で記載。

62核種の名称と数値の引用元：<https://www.nsr.go.jp/data/000153130.pdf>

資料6-5-1 既設・増設ALPSの構成概念図



資料6-5-2 高性能ALPSの構成概念図



Iータンク容量

- ー現時点で確保できている用地へのタンク設置計画は、2020 年末までに 136.5 万 t 容量が限界。
- ー136.5 万 t 容量の内、9 万 t 容量は大雨等に備えたりスク対応分。2.5 万 t 容量は日々の水処理に必要。
- ー計画上の貯留容量上限は 125 万 t 容量 (136.5 万 t 容量－9 万 t 容量－2.5 万 t 容量)。
- ー7 月末のタンク内貯留量は約 116.4 万 t。貯留容量上限まで 8.6 万 t 容量 (125 万 t 容量－116.4 万 t)。
- ー上限 125 万 t に達するまでの時間的猶予は？

※過去 1 年間 (18 年 6 月末～19 年 6 月末) の貯留量の増加量は約 7.7 万 t (≒6400 t / 月)

◆8.6 万 t 容量 ÷ 6000 t / 月 = 14 ヶ月 → **2020 年 9 月末**

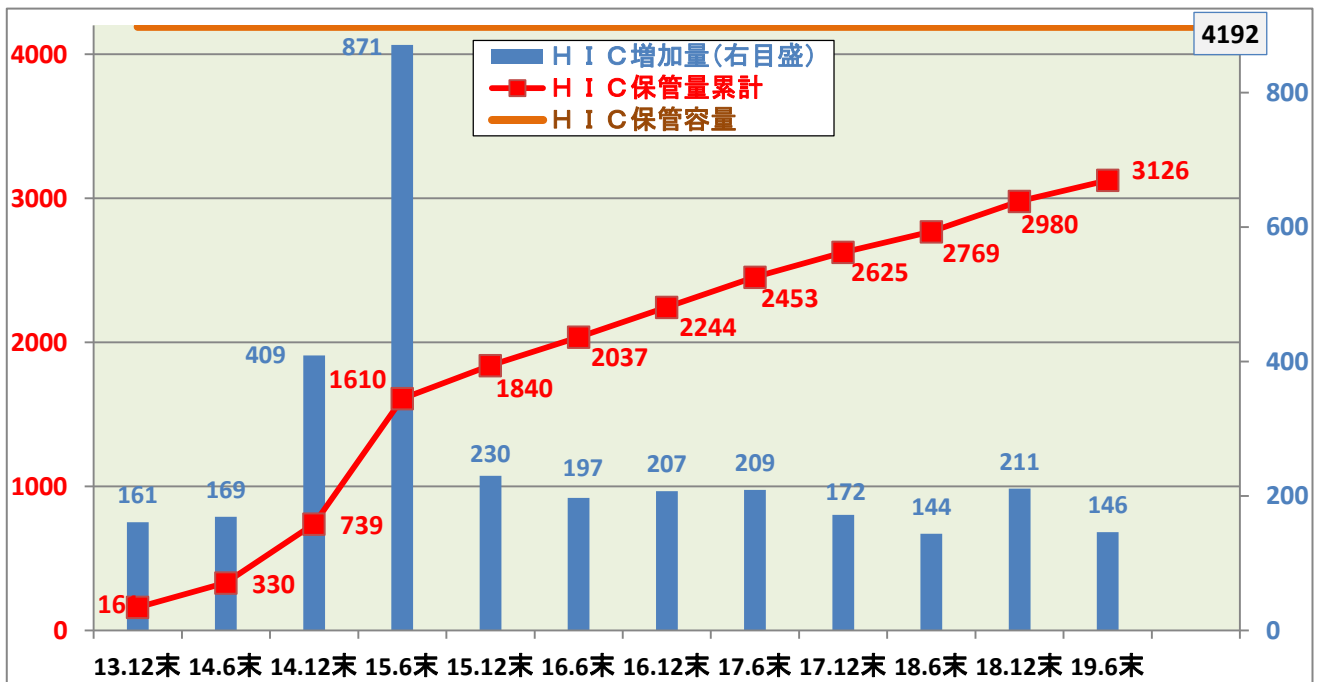
IIーH I Cの保管容量

- ー現時点で確保できている H I C の保管容量は 4192 基分。
- ー7 月末時点で 3150 基の H I C を保管しており、空き容量は 1042 基分 (4192 基分－3150 基)
- ー上限 4192 基に達するまでの時間的猶予は？

※1 年間 (18 年 6 月末～19 年 6 月末) の H I C 保管量の増加基数は 357 基

◆1042 基 ÷ 360 基 / 年 ≒ 2.9 年 → **2022 年半ば頃?**

資料 6－6 既設・増設 ALPS で発生する H I C の増加量推移 (半年毎)



スラリーの抜き取り・脱水処理

- ー東電は H I C 内のスラリーの抜き取り・脱水を計画中。加圧圧搾濾過方式を採用。
- ー H I C 内のスラリーのインベントリは S r 90 で推定・約 22 京 Bq (2018 年 5 月 2 日時点)。
- ースラリーは脱水するとパンケーキ状になり、減容・減量できる (インベントリは変わらない)。
- ー「脱水ケーキ」は大型角形容器で保管予定 (「ケーキ」の処分方法は別途検討要)。
- ー計画中のプラントでは、1 日当たり 3 基の H I C を処理可能。
- ー空 H I C は洗浄した水は、スラリーから脱水した分と合わせて廃液となる (ALPS 処理が必要)。
- ー設備設置場所を含めて詳細検討中。2020 年度に建屋着工予定。21 年度中の処理開始目標。