

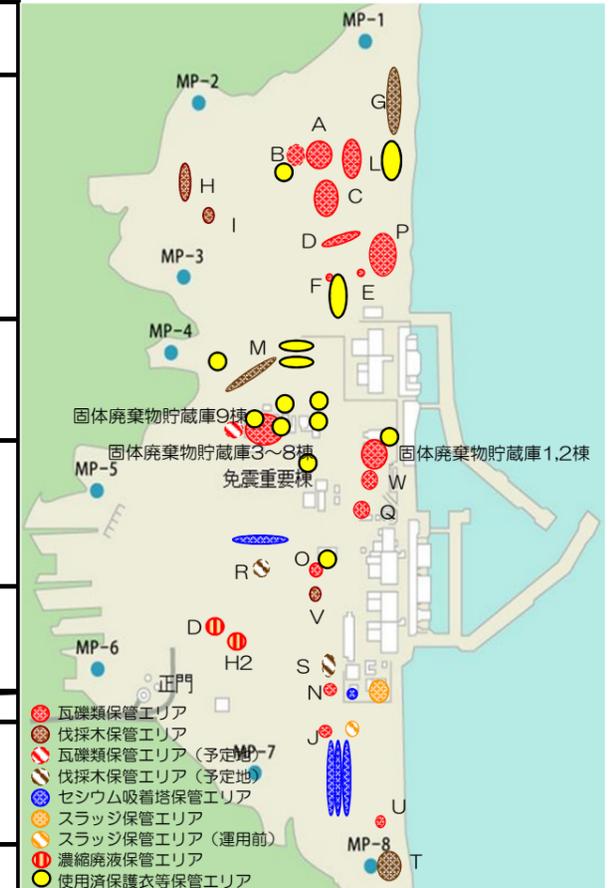
放射性廃棄物処理・処分 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定	8月		9月				10月			11月	12月	備考			
				21	28	4	11	18	25	2	9	下	上	中		下	前	後
固体廃棄物の保管管理、処理・処分計画	1. 発生量低減対策の推進	持込抑制策の検討	(実績) ・運用開始準備	検討・設計														
			(予定) ・運用開始準備		現場作業	運用開始準備												
	固体廃棄物貯蔵庫の設置		(実績) ・実施計画変更認可申請対応 ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事 躯体工事	検討・設計	固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事													
			(予定) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事 躯体工事		現場作業	躯体工事(基礎)												
			躯体工事(地下2階)		最新工程反映	躯体工事(地下1階)												
2. 保管適正化の推進	覆土式一時保管施設3,4槽の設置		(実績) ・設置工事(3槽) ・設置工事(4槽)	検討・設計	設置工事(3槽)													
			(予定) ・設置工事(3槽) ・設置工事(4槽)		現場作業	設置工事(4槽)												
	一時保管エリアの追設/拡張		(実績) ・伐採木一時保管槽の追設・拡張に向けた準備	検討・設計	伐採木一時保管槽の追設・拡張に向けた準備													
			(予定) ・伐採木一時保管槽の追設・拡張に向けた準備		現場作業													
		雑固体廃棄物焼却設備	(実績) ・停止中(A・B系)	現場作業	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> 新規追加 【A系】 停止中(不具合原因調査中、対策検討・実施) </div>													
			(予定) ・処理運転(A・B系)		<div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> 調整中 【B系】 停止中(不具合原因調査中、対策検討・実施) </div>	処理運転 処理運転	・【A系】排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手に割れ発生につき停止中(2016年8月10日～) ・【B系】伸縮継手にピンホール、排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手に割れ発生につき停止中(2016年8月10日～)											

固体廃棄物の保管管理、処理・処分計画

瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の管理状況(2016.8.31 時点)

分類	保管場所	保管方法	エリア境界 空間線量率 (mSv/h)	保管量※1	前回報告比※2 (2016.7.31)	変動※3 理由	エリア 占有率	保管量/保管容量 (割合)	トピックス
瓦礫類 屋外集積 (0.1mSv/h以下)	B	屋外集積	0.01	1,800 m ³	+600 m ³	①②③	54%	129200 / 181200 (71%)	・フランジタンク解体片 エリアPにて一時保管中。(2015年6月15日～) 2016年8月末時点で291基(コンテナ)保管。 ・エリアCの焼却可燃物 リスク低減の観点から容器収納しエリアPにて一時保管中。
	C	屋外集積	0.01未満	53,200 m ³	-2,100 m ³	②③④⑤⑥	84%		
	F	屋外集積	0.01未満	5,900 m ³	0 m ³	—	79%		
	J	屋外集積	0.02	4,300 m ³	0 m ³	—	89%		
	N	屋外集積	0.01	4,500 m ³	0 m ³	—	45%		
	O	屋外集積	0.01	26,200 m ³	0 m ³	—	95%		
	P	屋外集積	0.01	32,600 m ³	+3,500 m ³	①②	51%		
瓦礫類 シート養生 (0.1~1mSv/h)	D	シート養生	0.01	2,600 m ³	0 m ³	—	88%	35700 / 57300 (62%)	・エリアE、エリアPの瓦礫類について、リスク低減の観点から 容器収納へ移行中。
	E	シート養生	0.02	6,000 m ³	-1,000 m ³	③⑦⑧	38%		
	P	シート養生	0.01	6,100 m ³	+500 m ³	⑨	68%		
	W	シート養生	0.02	21,000 m ³	0 m ³	—	72%		
瓦礫類 覆土式一時保管施設、 仮設保管設備、容器 (1~30mSv/h)	L	覆土式一時保管施設	0.01未満	12,000 m ³	0 m ³	—	100%	20300 / 27700 (73%)	・覆土式一時保管施設(第3槽) 瓦礫類収納完了:2015年8月21日 仮覆土:2015年10月26日完了
	A	仮設保管設備	0.32	1,700 m ³	-200 m ³	③⑩	24%		
	E	容器※4	0.02	300 m ³	0 m ³	—	19%		
	F	容器	0.01未満	600 m ³	0 m ³	—	99%		
瓦礫類 固体廃棄物貯蔵庫	固体廃棄物 貯蔵庫	容器※4	0.02	7,400 m ³	+100 m ³	①③⑪	62%	7400 / 12000 (62%)	・主な瓦礫類は、1~3号機建屋で発生した高線量瓦礫類。
	合計(ガレキ)			192,800 m ³	+1,600 m ³	—	69%		
伐採木 屋外集積 (幹・根・枝・葉)	H	屋外集積	0.01未満	14,700 m ³	0 m ³	—	74%	70000 / 81500 (86%)	・工事により発生した幹・根を随時受入中。
	I	屋外集積	0.01	10,500 m ³	0 m ³	—	100%		
	M	屋外集積	0.01未満	39,300 m ³	0 m ³	—	87%		
	V	屋外集積	0.03	5,500 m ³	0 m ³	—	92%		
	G	伐採木一時保管槽	0.01未満	8,500 m ³	0 m ³	—	65%		
伐採木 一時保管槽 (枝・葉)	T	伐採木一時保管槽	0.01未満	11,100 m ³	0 m ³	—	94%	19600 / 24900 (79%)	
	合計(伐採木)			89,700 m ³	0 m ³	—	84%		
保護衣 屋外集積	容器	0.02	67,100 m ³	+1,000 m ³	⑫⑬	94%	67100 / 71200 (94%)	・雑固体焼却設備の運用開始(2016年3月18日) ・使用済保護衣等焼却量 744t(2016年8月末累積) ・焼却灰のドラム缶数 112本(2016年8月末累積)	
	合計(使用済保護衣等)			67,100 m ³	+1,000 m ³	—	94%		



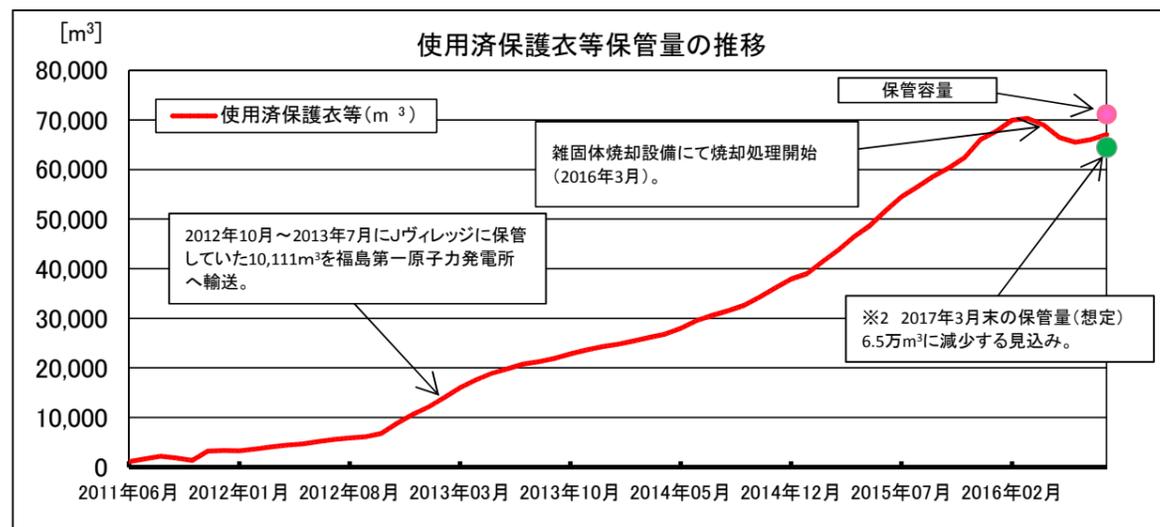
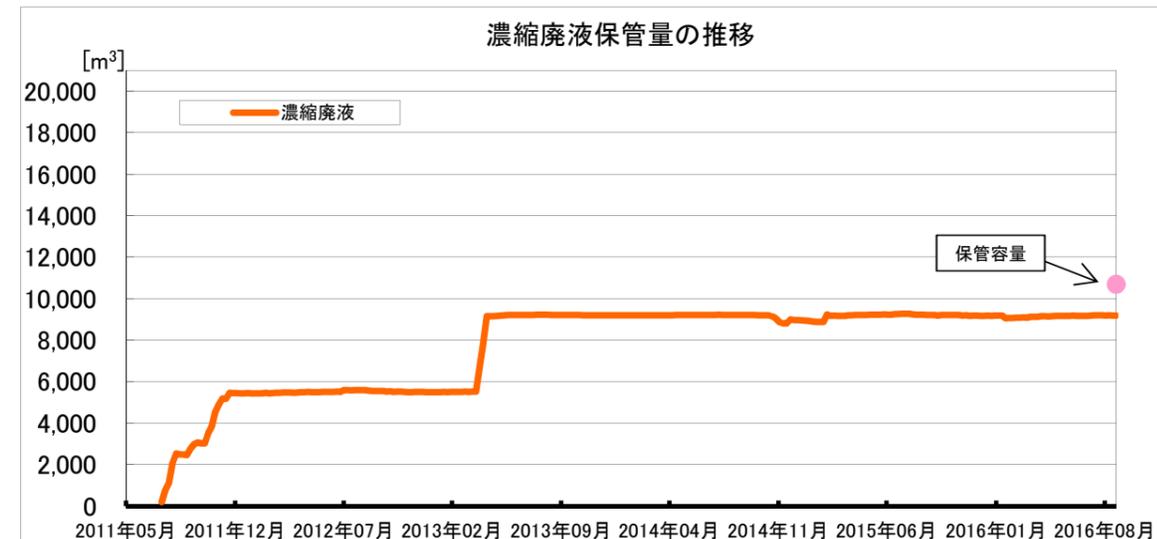
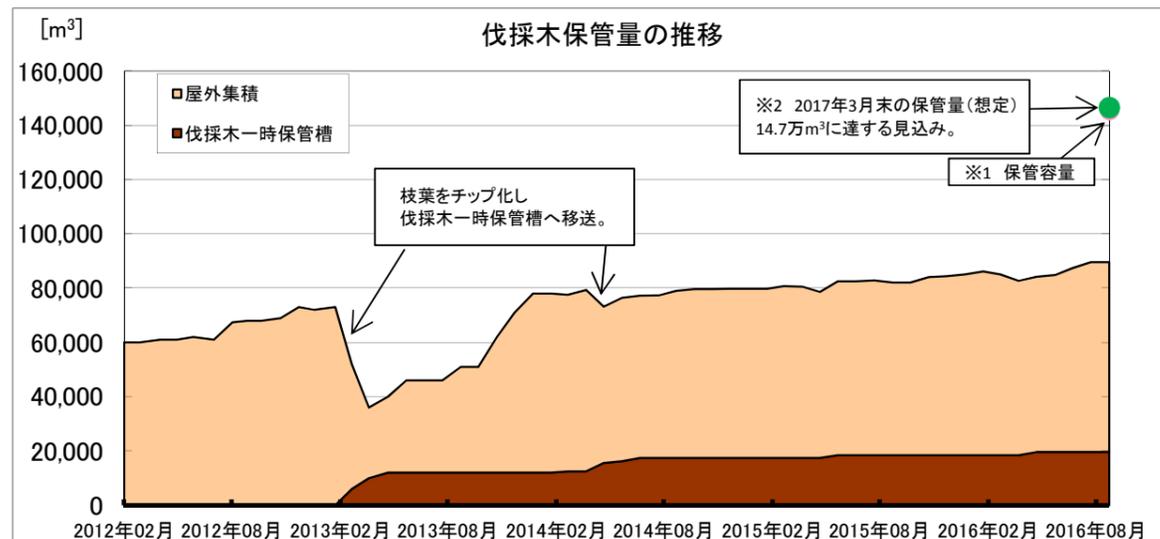
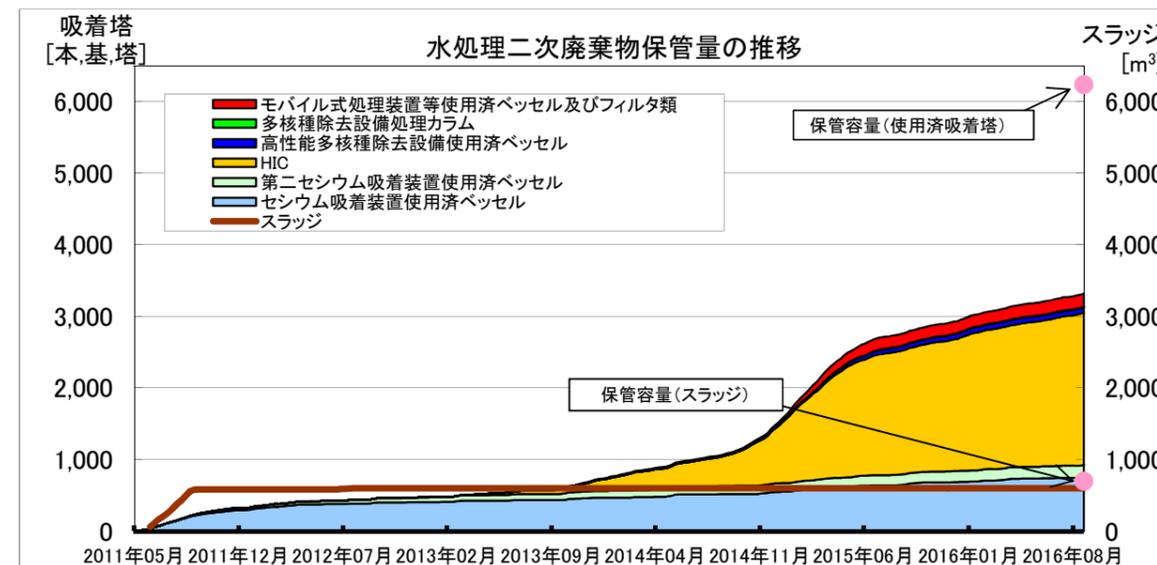
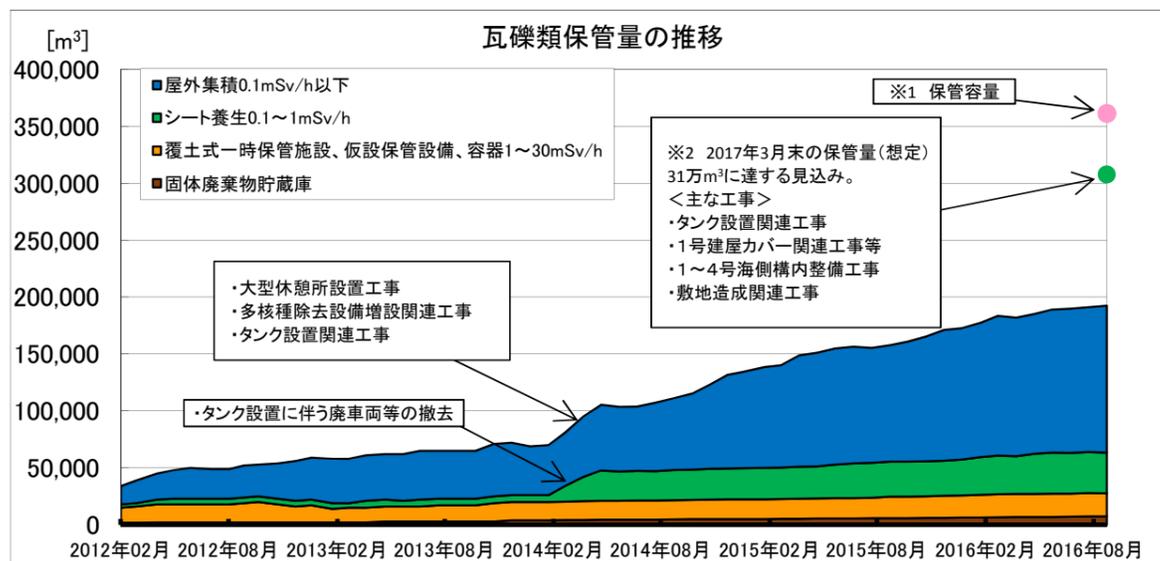
※1 端数処理で100m³未満を四捨五入しているため、合計値が合わないことがある。
 ※2 100m³未満を端数処理しており、微増・微減とは100m³未満の増減を示す。
 ※3 主な変動理由: ①焼却対象物の受入 ②タンク設置関連工事 ③1~4号建屋周辺瓦礫撤去関連工事 ④フェーシング工事 ⑤破碎コンクリートの再利用 ⑥焼却対象物を一時保管エリアPへ移動 ⑦エリア整理
 ⑧金属瓦礫を一時保管エリアPへ移動 ⑨一時保管エリアPからの金属瓦礫受入 ⑩焼却対象物を固体廃棄物貯蔵庫へ移動 ⑪水処理二次廃棄物(小型フィルタ等)の保管 ⑫焼却処理 ⑬使用済保護衣等の受入
 ※4 水処理二次廃棄物(小型フィルタ等)を含む。

水処理二次廃棄物の管理状況(2016.9.22時点)

分類	保管場所	種類	保管量	前回報告比 (2016.8.18)	保管量/保管容量 (割合)	トピックス	
水処理二次 廃棄物	使用済吸着塔 保管施設	セシウム吸着装置使用済バessel	746 本	+4 本	3320 / 6239 (53%)	・吸着塔一時保管施設の増容量が認可(2015年12月14日)	
		第二セシウム吸着装置使用済バessel	176 本	+6 本			
		多核種除去設備等保管容器	既設	1,218 基			+26 基
			増設	914 基			+14 基
		高性能多核種除去設備使用済バessel	高性能	73 本			0 本
		多核種除去設備処理カラム	既設	9 塔			0 塔
モバイル式処理装置等使用済バessel及びフィルタ類		184 本	+1 本				
水処理二次 廃棄物	廃スラッジ 貯蔵施設	廃スラッジ	597 m ³	0 m ³	597 / 700 (85%)	・除染装置の運転計画は無く、新たに廃棄物が増える見込みは無い。 ・準備が整い次第、除染装置の廃止について実施計画の変更申請を行う。	
	濃縮廃液タンク	濃縮廃液	9,189 m ³	-12 m ³	9189 / 10700 (86%)	・タンク水位の変動は、計器精度±1%の誤差範囲内。(現場パトロール異常なし) ・保管量に「タンク底部~水位計0%の水量(DS)」を含んでいない。(約100m ³)	



瓦礫類・伐採木・水処理二次廃棄物・濃縮廃液・使用済保護衣等の保管量推移



※1 瓦礫類・伐採木の保管容量は、実施計画(2015年7月17日認可)の保管容量を示す。
 ※2 瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の2016年度末の保管量(想定)は、2015年7月の予測値。

廃棄物関連設備および施設の新設・増設について

2016年9月29日

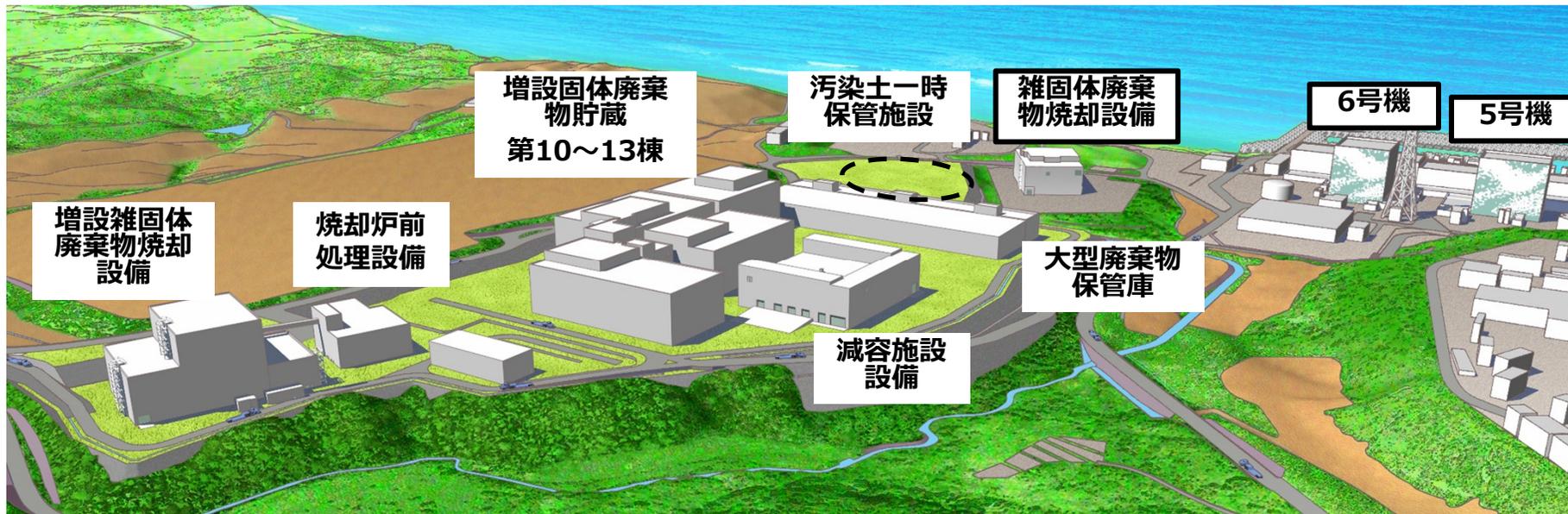
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. はじめに

- 福島第一原子力発電所では、事故の早期収束に向けた取組を進めておりますが、この中で、事故後に発生した瓦礫等※や、汚染水処理により発生した水処理二次廃棄物の保管をより適正に行うため、以下の設備および施設の新設・増設を計画しております。
 - 増設雑固体廃棄物焼却設備ならびに焼却炉前処理設備
 - 減容処理設備
 - 増設固体廃棄物貯蔵庫 【約14万m³分の保管容量（第10棟～第13棟）】
 - 汚染土一時保管施設
 - 大型廃棄物保管庫 ※瓦礫等とは、「瓦礫類」「伐採木」「使用済保護衣等」を言う

設備および施設設置イメージ図



2. 設備および施設の新設・増設の目的【現状】

■ 事故後に発生した表面線量率が30mSv/h以下の「瓦礫等」及び、汚染水処理により発生した「水処理二次廃棄物」につきましては、既存設備の固体廃棄物貯蔵庫の貯蔵容量を大きく超えるため、現在、特定原子力施設指定下の特別措置により屋外に一時保管しており、一時保管場所は発電所構内に点在しております

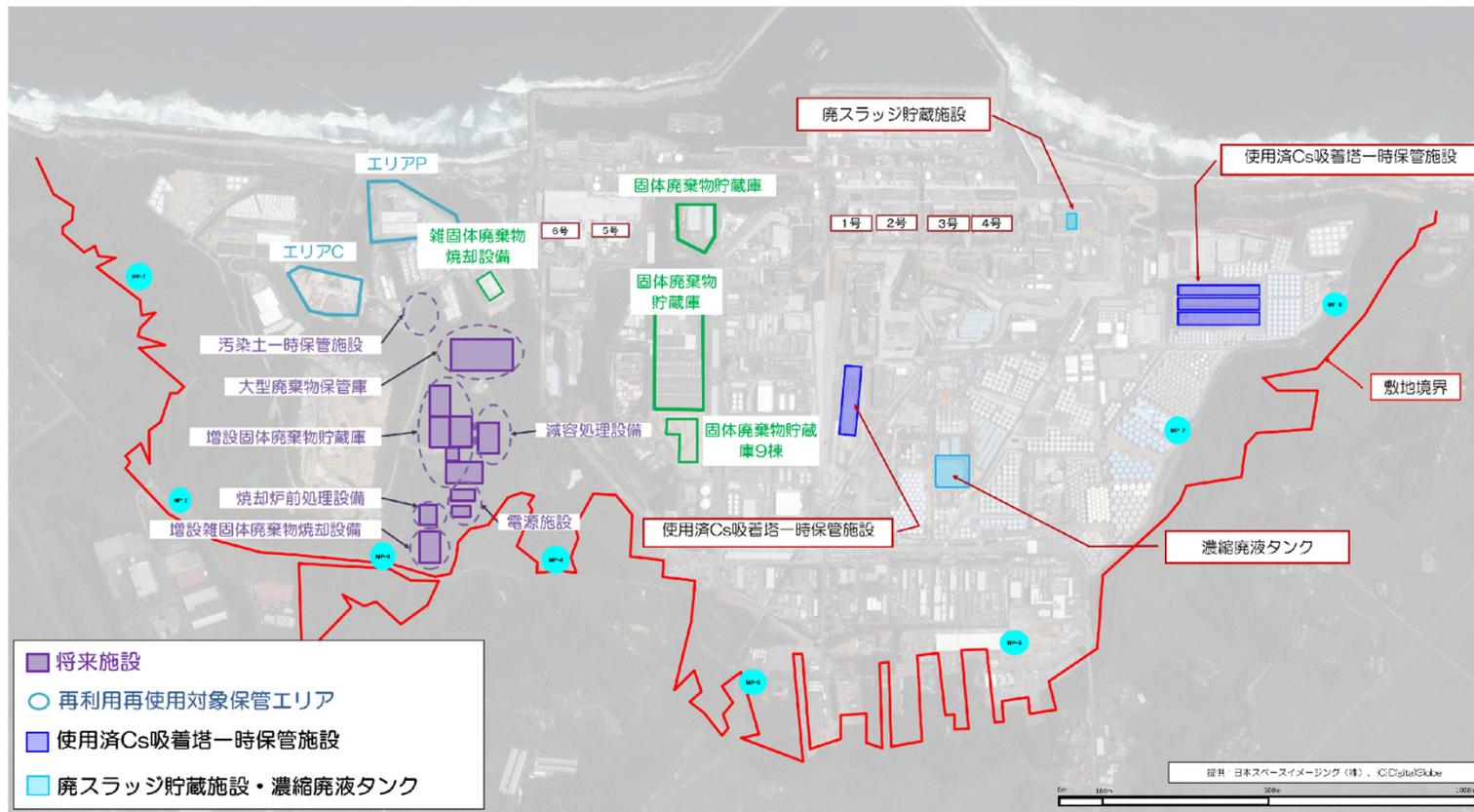
福島第一原子力発電所構内における「瓦礫等」及び「水処理二次廃棄物」の保管状況



2. 設備および施設の新設・増設の目的【将来】

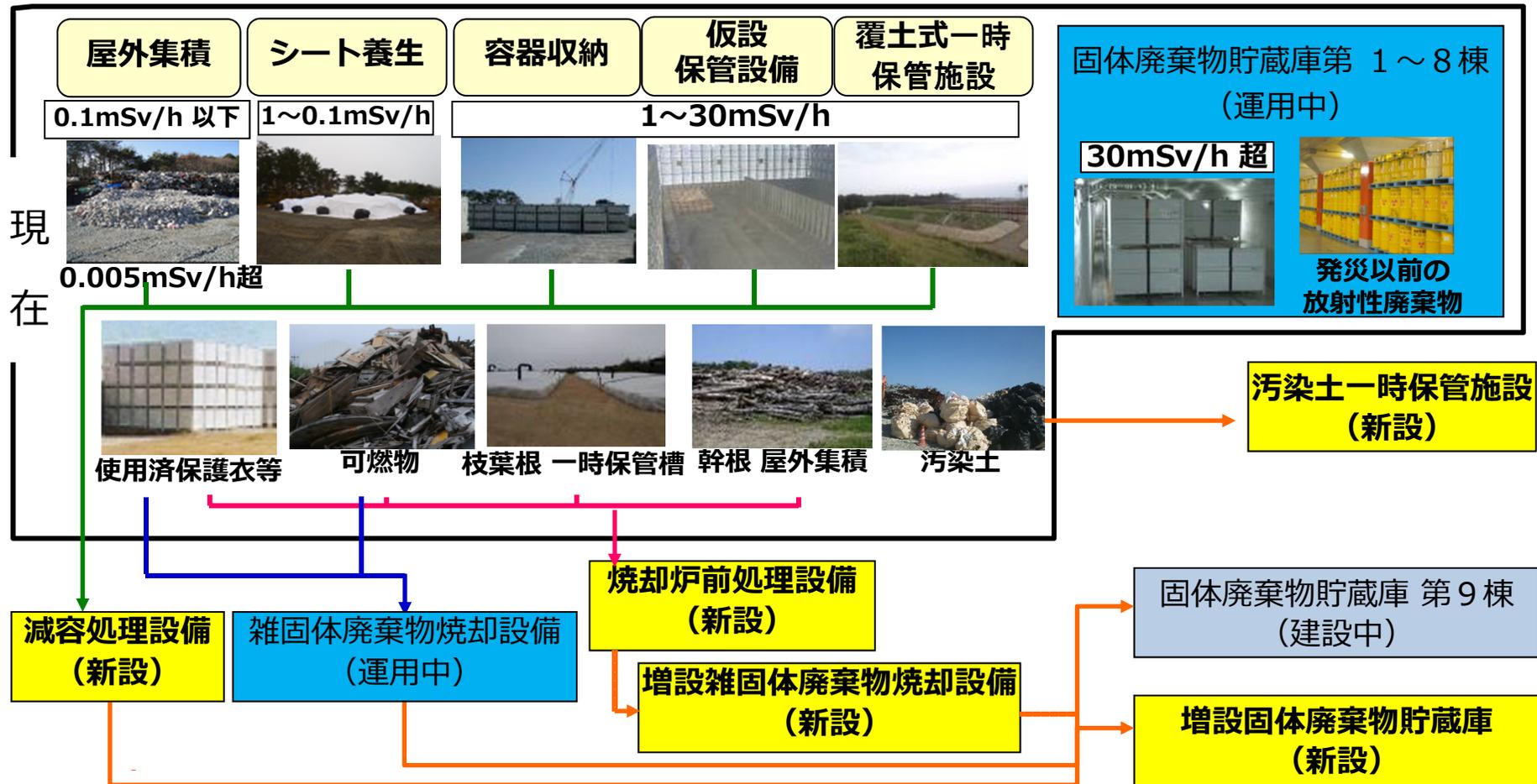
■ 「瓦礫等」については、より一層のリスク低減をめざし、可能な限り減容したうえで、建屋内保管へ移行し、固体廃棄物貯蔵庫外の一時保管エリアを**2028年度を目途に**解消していく方針です

福島第一原子力発電所構内における「瓦礫等」及び「水処理二次廃棄物」の保管の将来像



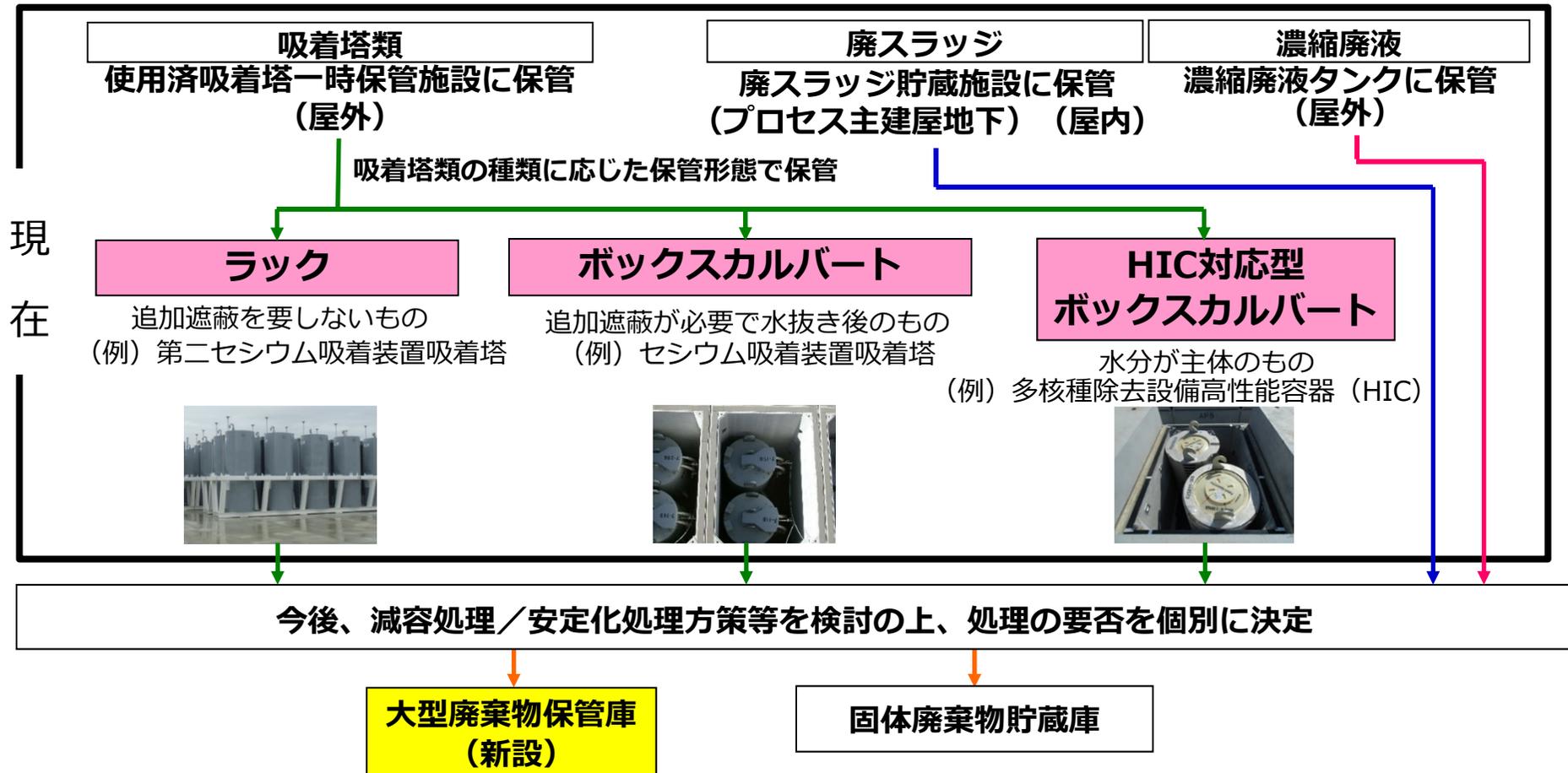
2. 設備および施設の新設・増設の目的【瓦礫等】

■ 固体廃棄物貯蔵庫外の一時保管エリアを解消するためには、増設雑固体廃棄物焼却設備ならびに焼却炉前処理設備・減容処理設備・増設固体廃棄物貯蔵庫・汚染土一時保管施設の新設・増設が必要です



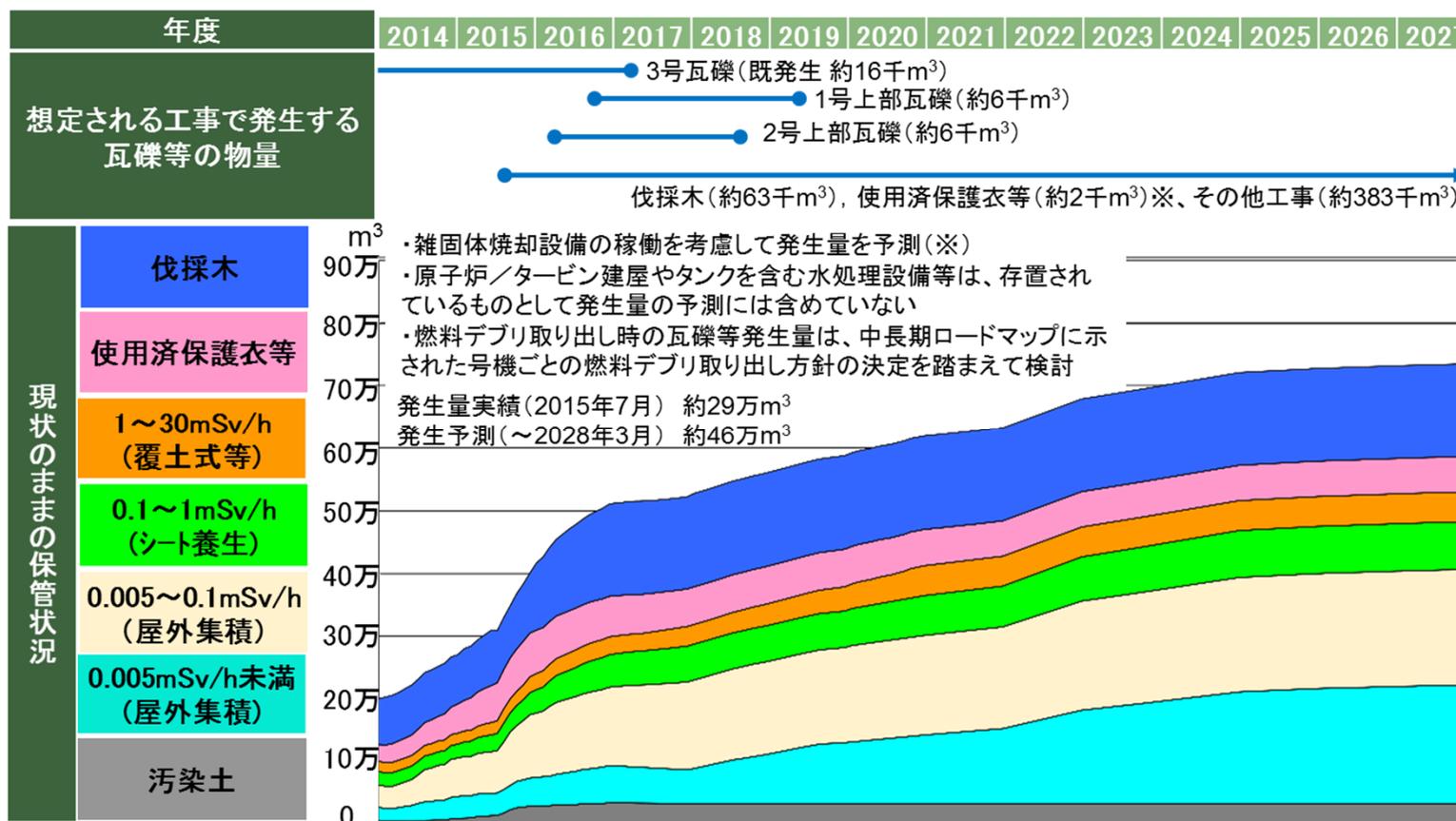
2. 設備および施設の新設・増設の目的【水処理二次廃棄物】

■ 「水処理二次廃棄物」についても、建屋内保管へ移行し、一時保管エリアを解消していく方針であり、併せて、建屋内保管への移行に際して実施する減容化／安定化処理方策等についても今後検討していく方針のため、**大型廃棄物保管庫の新設が必要です**



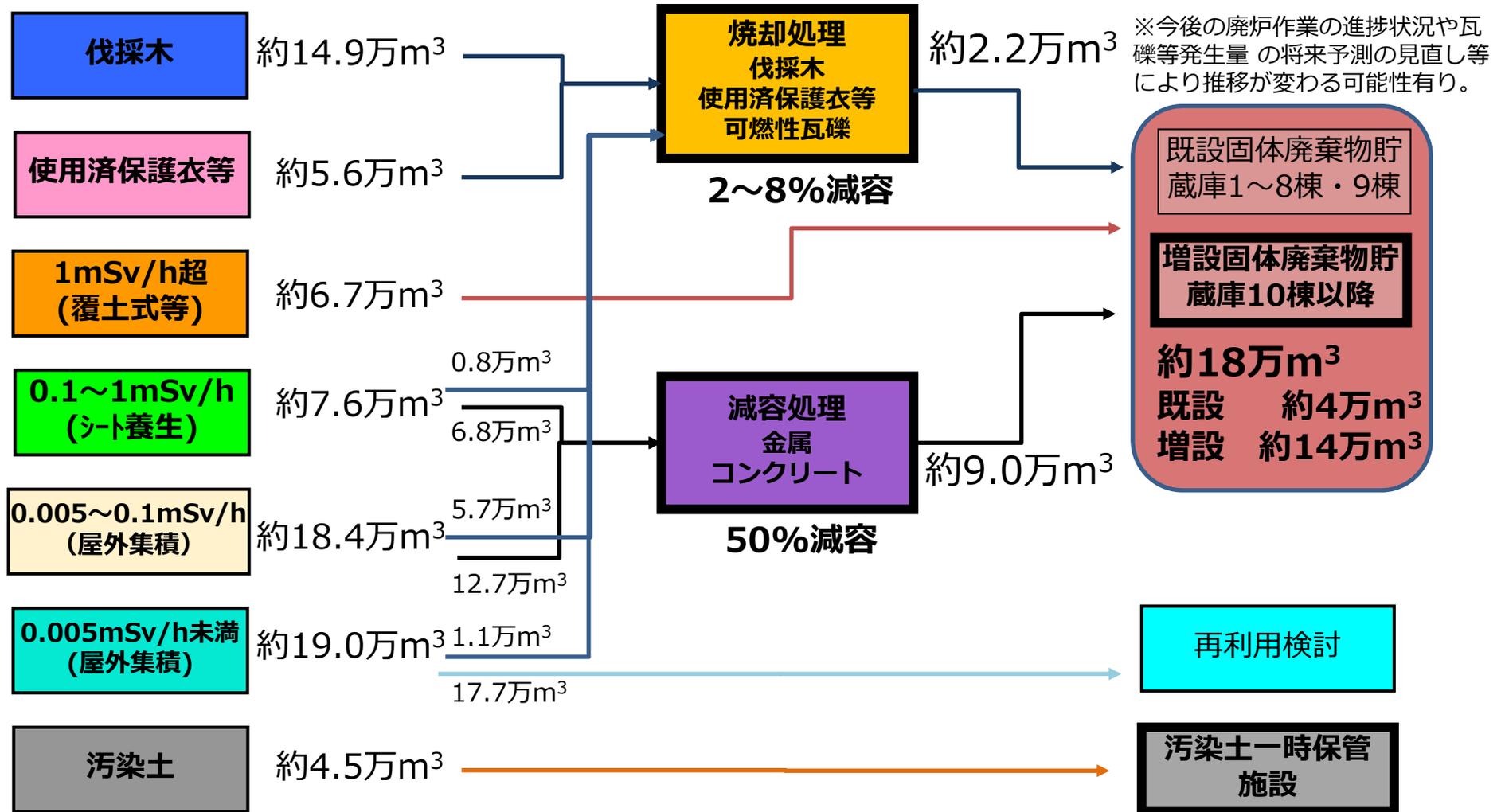
3. 瓦礫等の全体の物量の流れ【発生量予測】

■ 中長期ロードマップに記載されている工事等により発生する固体廃棄物を中心に、当面 10年程度に発生する固体廃棄物の物量を試算し、約74万m³と予測しました（※2016.3.31 固体廃棄物の保管管理計画より）。



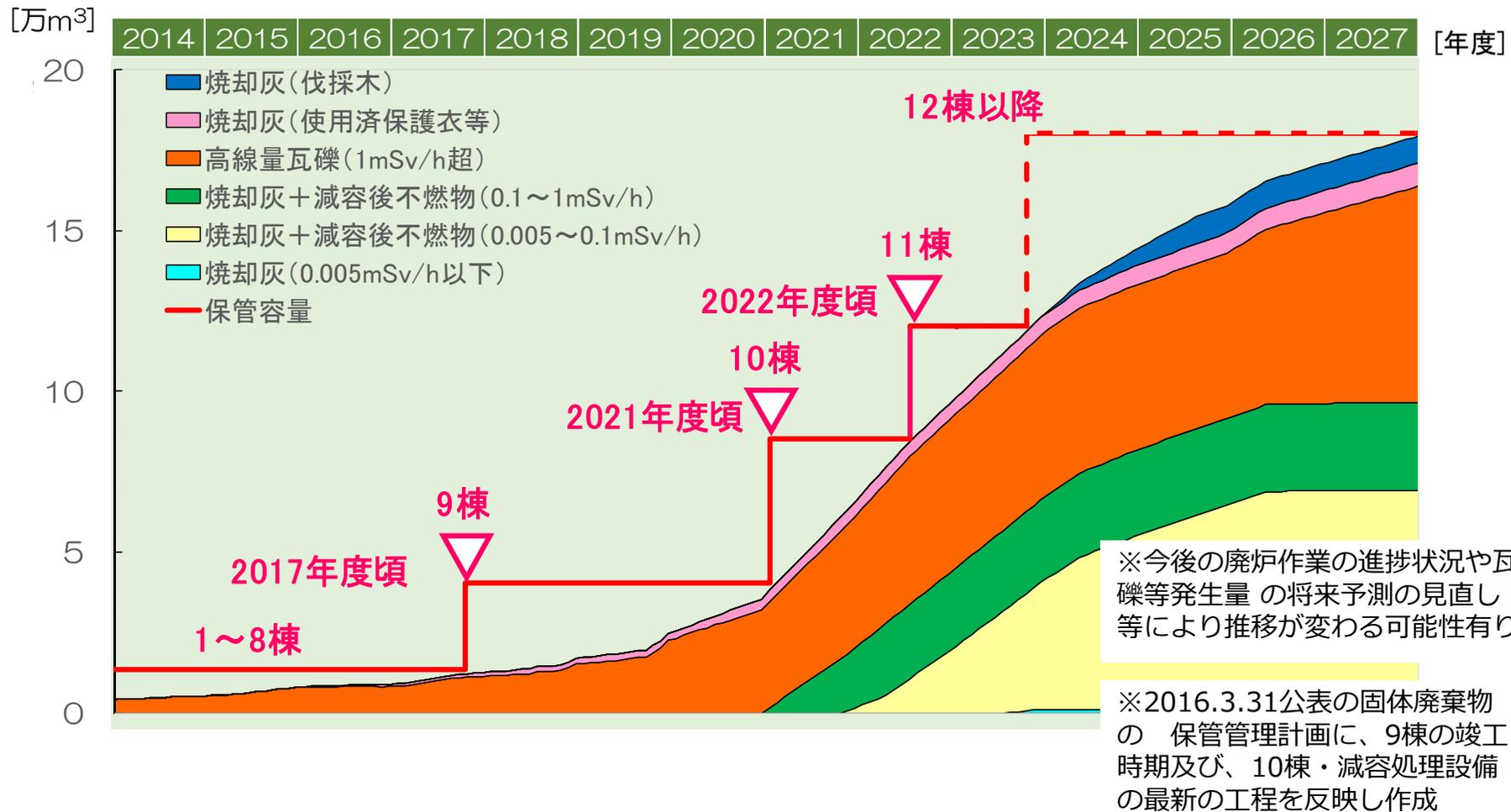
3. 瓦礫等の全体の物量の流れ【焼却・減容処理及び保管フロー】

■ 焼却・減容処理を行うことにより、容量を減らし、保管することとします。既設および増設の固体廃棄物貯蔵庫にて約18万m³の固体廃棄物を適切に保管管理する計画です。



3. 瓦礫等の全体の物量の流れ【必要な保管容量の推移】

■現在の試算では、既存の固体廃棄物貯蔵庫1～8棟及び9棟の保管容量では、2021年頃に必要量を超える見込みです。



4. 今後のスケジュールについて

■各設備および各施設については現在、以下の想定スケジュールで運用開始を目指し、準備を進めているところです。

設 備・施 設	2016年度		2017年度		2018年度		2019年度		2020年度		2021年度		2022年度	
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
敷地造成	造成工事（造成完了したエリアから部分引き渡し）													
増設雑固体廃棄物焼却設備なら びに焼却炉前処理設備	事前了解願		建設工事						運用		今後の検討により 変更の可能性有			
減容処理設備	事前了解願		建設工事						運用					
固体廃棄物貯蔵庫 第10、11、12、13棟	事前了解願		第10棟		建設工事		運用		運用					
	事前了解願				第11棟		建設工事		運用					
	事前了解願						第12、13棟		建設工事（今後設計）					
汚染土一時保管施設	事前了解願		建設工事		運用									
大型廃棄物保管庫	事前了解願		建設工事				運用							

参考

【参考】施設等の構造と耐震性能【増設雑固体廃棄物焼却設備・焼却炉前処理設備】

■増設雑固体廃棄物焼却設備

設備概要	主に伐採木、瓦礫類等の可燃物を焼却処理するための設備（押し缶式焼却炉）。目標減容率は10%以下
処理容量	95t/日（24時間運転）
建屋構造	鉄骨造、鉄筋コンクリート、鋼板コンクリート等、遮蔽機能と十分な強度を有する構造
耐震性	Bクラス（焼却炉などの主要機器、建屋）/Cクラス（左記以外）

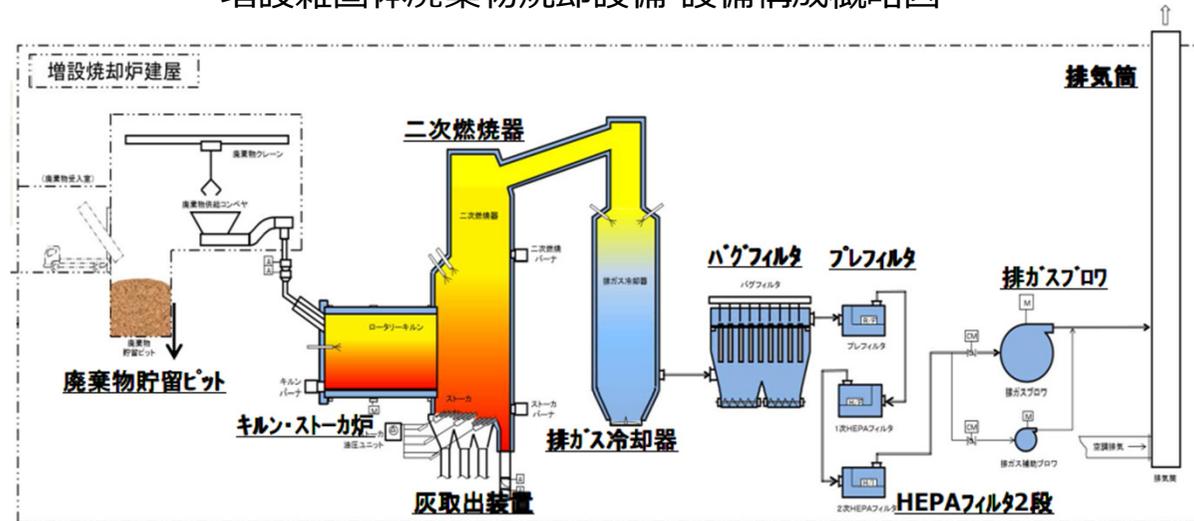
■焼却炉前処理設備

設備概要	増設雑固体廃棄物焼却設備の効率的/安定的な焼却運転を行うため、焼却対象物を焼却前に破碎処理するための設備
処理容量	約140t/日（日中のみ運転）（伐採木処理時）
建屋構造	鉄骨造、鉄筋コンクリート、鋼板コンクリート等、遮蔽機能と十分な強度を有する構造
耐震性	Cクラス

【参考】施設等の構造と耐震性能【増設雑固体廃棄物焼却設備・焼却炉前処理設備】

■増設雑固体廃棄物焼却設備ならびに焼却炉前処理設備

増設雑固体廃棄物焼却設備 設備構成概略図



焼却炉前処理設備の破碎装置 例



■減容処理設備

設備概要	瓦礫類のうち金属を切断処理、コンクリートを破砕処理するための設備。目標減容率は50%程度
処理容量	金属 : 約60m ³ /日 コンクリート : 約40m ³ /日
建屋構造	鉄骨造、鉄筋コンクリート、鋼板コンクリート等、遮蔽機能と十分な強度を有する構造
耐震性	Cクラス

■減容処理設備

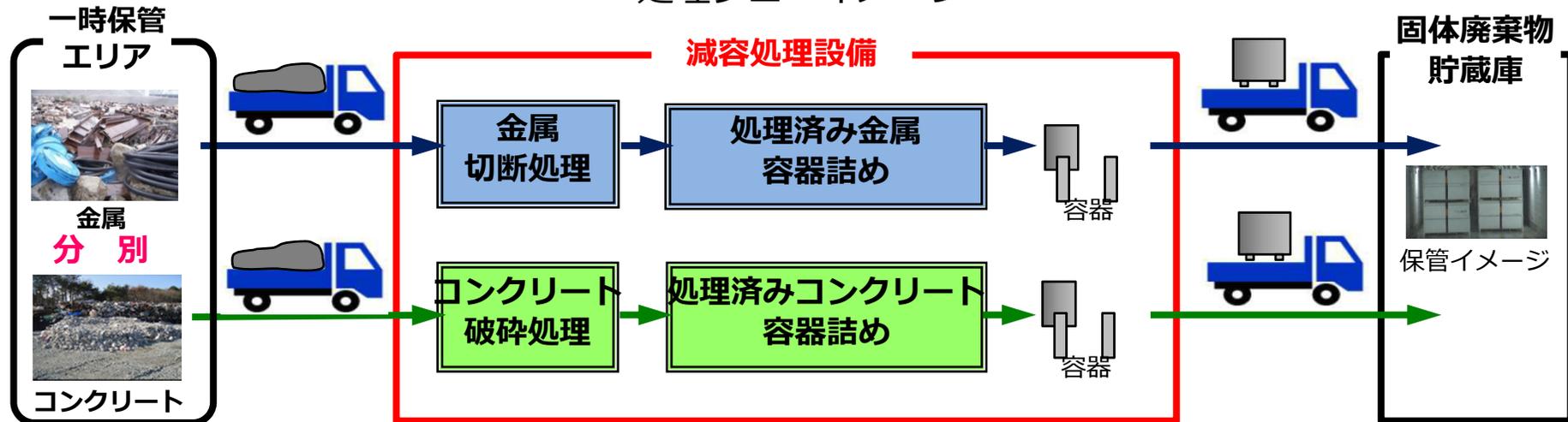
金属切断装置 例



コンクリート破碎装置 例



処理フローイメージ

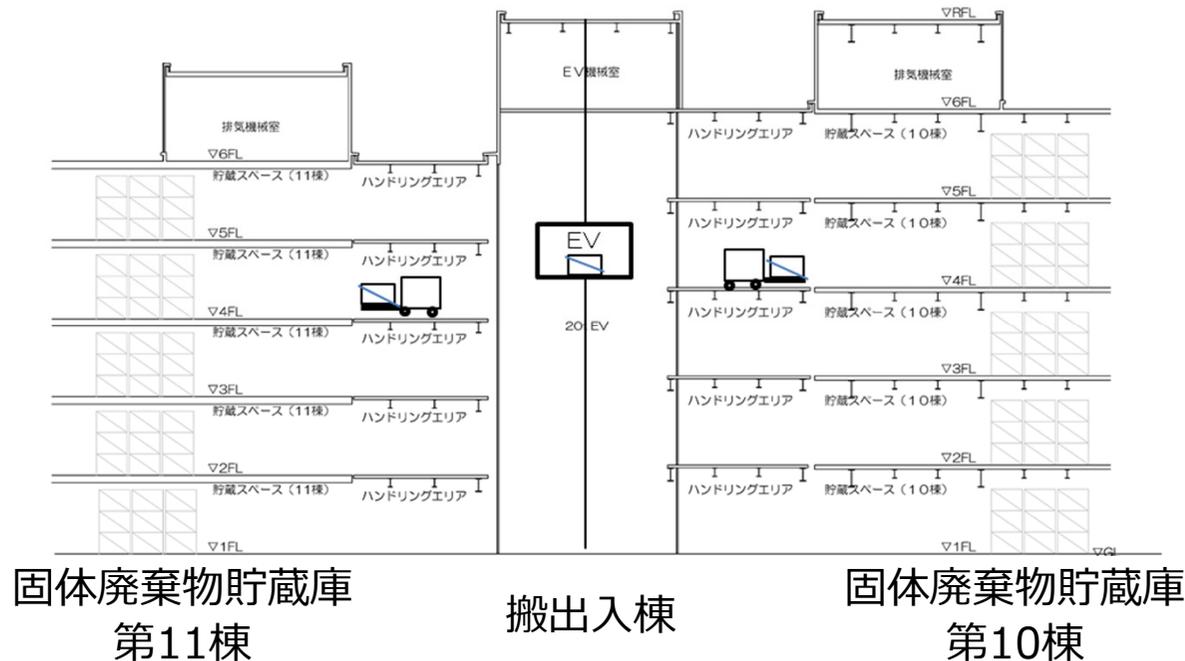


■増設固体廃棄物貯蔵庫

施設概要	焼却処理した焼却灰、減容処理した瓦礫等を保管するための施設
保管容量	瓦礫等の保管容量で約14万m ³ <ul style="list-style-type: none"> • 第10棟 : 約45,000 m³ • 第11棟 : 約35,000 m³ • 第12棟以降 : 約60,000 m³ (今後検討)
建屋構造	鉄骨造、鉄筋コンクリート、鋼板コンクリート等、遮蔽機能と十分な強度を有する構造
耐震性	Cクラス

■増設固体廃棄物貯蔵庫 第10棟・第11棟（第12棟以降については今後検討）

- 第10棟と第11棟は、共に6階建てで、地上1～5階に廃棄物を保管し、地上6階には空調設備を配置することを計画
- 第10棟と第11棟の間に搬出入棟を設け、第10棟および第11棟の各階へ廃棄物を運搬する際は、搬出入棟に設置したエレベータを経由する計画



固体庫10棟・11棟と搬出入のイメージ



固体庫内の保管のイメージ

■汚染土一時保管施設

設備概要	汚染土を風雨の影響を受けにくい状態で保管し、発生に合わせて増設していく一時保管施設
保管容量	約4.5万m ³
構造	コンテナ若しくはボックスカルバート容器等
耐震性	Cクラス

コンテナ方式の施設イメージ



ボックスカルバート方式の施設イメージ



■大型廃棄物保管庫

設備概要	汚染水処理装置の運転に伴って発生する水処理二次廃棄物など、大型で重量の大きい廃棄物を保管する施設
保管面積	約0.4万m ² （吸着塔 約 540本相当） 約0.8万m ² （吸着塔 約1,200本相当）（今後検討）
建屋構造	鉄骨造、鉄筋コンクリート、鋼板コンクリート等、遮蔽機能と十分な強度を有する構造
耐震性	Bクラス

■大型廃棄物保管庫

現在一時保管されている水処理二次廃棄物

第二セシウム吸着装置
(SARRY)吸着塔



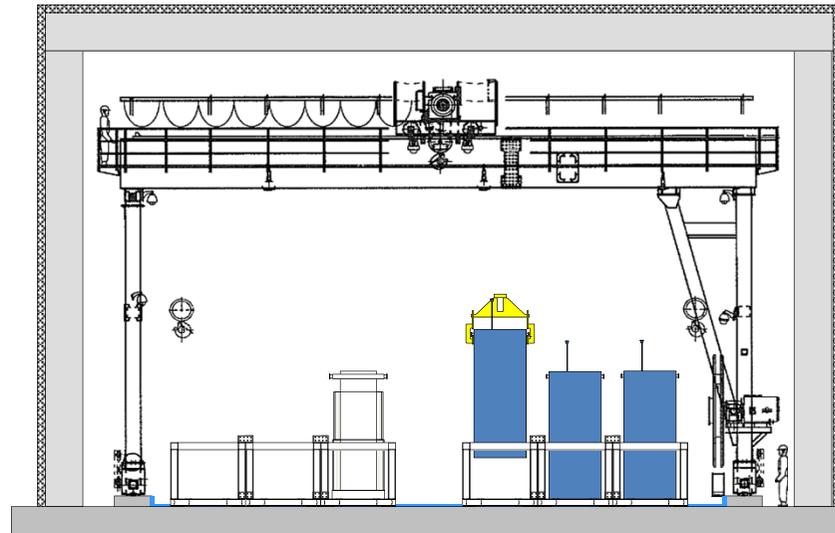
セシウム吸着装置(KURION)吸着塔



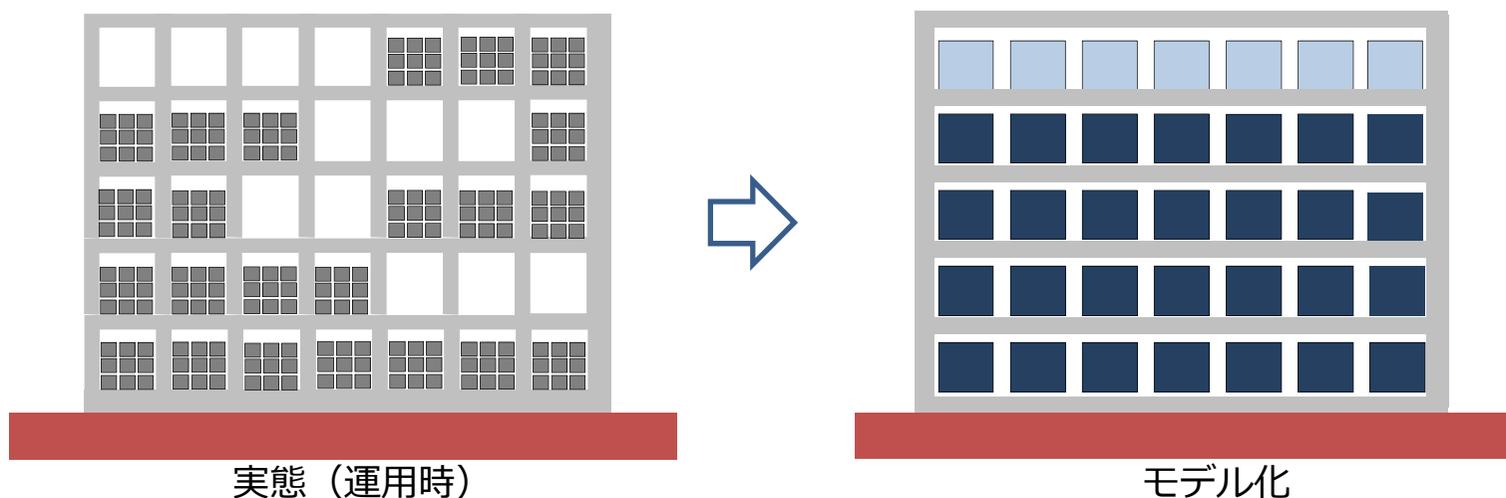
多核種除去装置
(ALPS)高性能容器(HIC)



大型廃棄物保管庫 保管イメージ



- 各施設の敷地境界への線量影響は、各階・各エリアに保管物等の線源条件を設定し、その条件の保管物等が満杯に保管された状態を保守的に想定して評価コードMCNP（モンテカルロ法）を用い、三次元で詳細評価を実施します
- 新設する設備および施設全体から至近となる敷地境界Bp.78における線量影響については、**全体で約0.350mSv/年以下を目標値**と設定し、線源条件の設定及び遮へい設計を実施します
- なお、各設備および各施設の新設により、現行の屋外の瓦礫等の一時保管エリア（エリアE・F・Q）を解消することが可能となり、**敷地境界Bp.78における線量は約0.300mSv/年低減する見込み**のため、**敷地境界Bp.78における線量が現状より大幅に上昇することはありません**



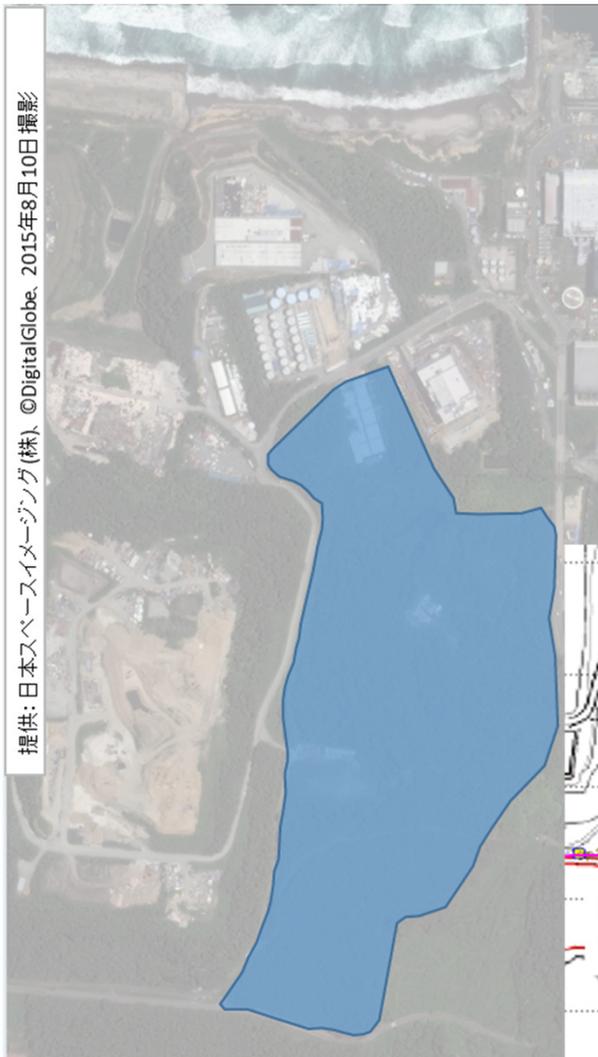
増設固体廃棄物保管庫の線量評価のモデル化（断面図）のイメージ

【参考】敷地境界の線量の影響度合い

設備および施設		敷地境界 (Bp78) への線量影響 (目標値)
増設雑固体廃棄物焼却設備		約0.006mSv/年以下
焼却炉前処理設備		約0.004mSv/年以下
減容処理設備		約0.031mSv/年以下
固体廃棄物 貯蔵庫	第10棟	約0.045mSv/年以下
	第11棟	約0.045mSv/年以下
	第12棟以降	約0.090mSv/年以下
汚染土一時保管施設		約0.050mSv/年以下
大型廃棄物保管庫		約0.078mSv/年以下

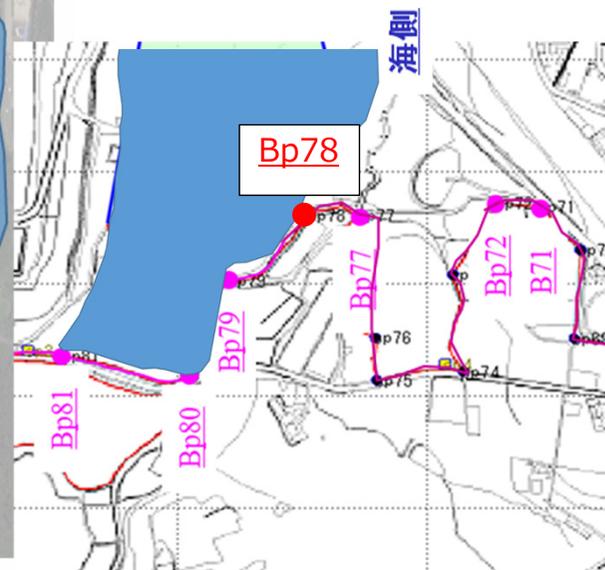
合計 約0.350mSv/年以下

【参考】敷地境界の線量の影響度合い



• Bp.78における敷地境界線量

現 状 : 約0.71mSv/年



廃棄物関連設備および施設の新設による増分
+約0.350mSv/年以下

廃棄物関連設備および施設の新設に伴い不要となる
一時保管エリア（エリアE・F・Q）解消による減分
-約0.300mSv/年

敷地境界線量の評価ポイント（図中の赤点がBp.78）

新設後 : 約0.76mSv/年以下

【参考】放射性物質拡散防止のための対策

	対策	管理
増設雑固体廃棄物焼却設備	<ul style="list-style-type: none"> ○焼却処理に伴い発生する排ガスおよび汚染区域の排気については、フィルタを通し屋外へ放出する前に放射性物質濃度を十分低くします ○焼却灰は飛散しないよう、容器に収納してハンドリングします 	<ul style="list-style-type: none"> ○放出の際には放射性物質濃度を定期的に測定します
焼却炉前処理設備	<ul style="list-style-type: none"> ○粉じんの発生源となるエリアについては、放射性物質が含まれる粉じんの拡散を抑制するため、局所集塵機を設置します 	
減容処理設備	<ul style="list-style-type: none"> ○汚染区域の排気については、フィルタを通し屋外へ放出する前に放射性物質濃度を十分低くします 	
増設固体廃棄物貯蔵庫	<ul style="list-style-type: none"> ○容器に収納し保管します。ただし、容器に収納が困難な大型の物は、シート等の何らかの飛散抑制を施し保管します ○湿気による容器の腐食を抑制するため、建屋空調により除湿を行います ○汚染区域の排気については、フィルタを通して排気します ○保管物から水素が発生する可能性がある場合には、水素の滞留を防止するため、建屋空調により換気を行います 	

【参考】放射性物質拡散防止のための対策

	対策	管理
大型廃棄物保管庫	<ul style="list-style-type: none"> ○使用済み吸着材を保管する場合は、容器に収納された状態で保管します。ただし、容器に収納が困難な大型の物は、シート等の何らかの飛散抑制を施し保管します ○湿気による容器の腐食を抑制するため、建屋空調により除湿を行います ○汚染区域の排気については、フィルタを通して排気します ○ 保管物から水素が発生する可能性がある場合には、水素の滞留を防止するため、建屋空調により換気を行います 	<ul style="list-style-type: none"> ○放出の際には放射性物質濃度を定期的に測定します ○保管物の水分が容器から漏洩する可能性がある場合には、漏洩拡大防止を施すと共に、漏えいしていないことを監視します
汚染土一時保管施設	<ul style="list-style-type: none"> ○風雨の影響を受けにくい状態とするため、コンテナ等の容器に収納・保管し、汚染土の飛散及び流出を防止します 	<ul style="list-style-type: none"> ○汚染土が保管場所の周囲に飛散及び流出していないことを、定期的に確認

- 作業員の被ばく線量の低減対策のため、次の管理を行います
 - 関係者以外がむやみに立ち入らないよう、作業時以外は出入口を閉め施錠管理するか若しくは、連続監視します
 - 空間線量率を定期的に測定し、測定結果は作業員への注意喚起のため、各エリアに表示します
 - 保管物を保管する際には、保管物の表面線量率を確認して表面線量率に応じた保管場所を選定します
 - 1mSv/h超えのエリアについては、遠隔カメラ等で遠隔監視が可能となるよう設計します
 - 1mSv/h超えの容器を保管する場合は、可能な限り遮へい機能のあるフォークリフトを使用するか、遠隔操作のフォークリフトを用います。なお、大型廃棄物保管庫については、操作室を別に用意したクレーンを用います

- 保管中の運用管理として、次の管理を行います
 - 増設固体廃棄物貯蔵庫及び大型廃棄物保管庫は、定期的に巡視するとともに、保管物の出入りに応じて、定期的に保管量を確認します

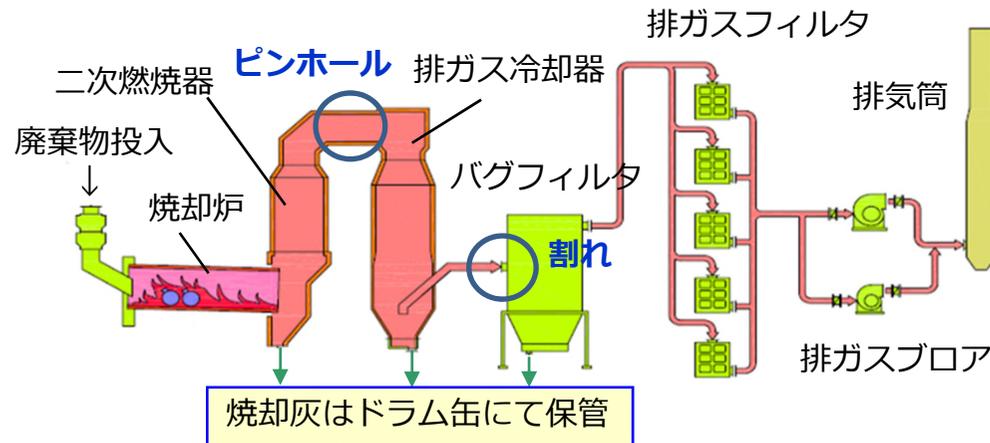
雑固体廃棄物焼却設備の点検状況について

2016年9月29日



東京電力ホールディングス株式会社

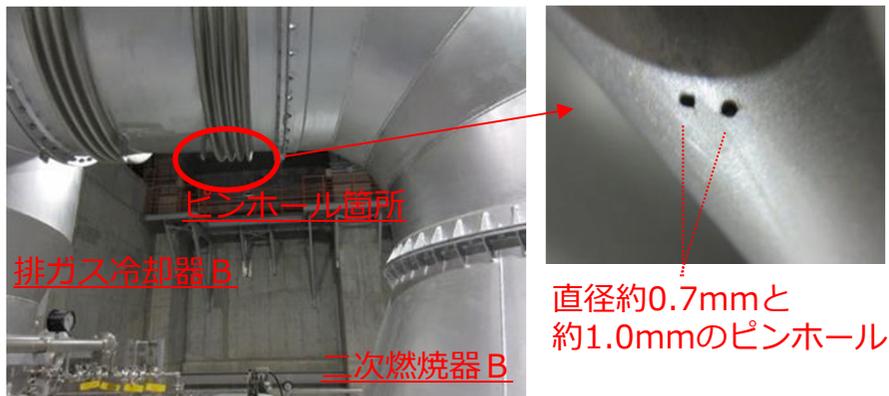
- 運転中の雑固体廃棄物焼却設備 B 系において、二次燃焼器と排ガス冷却器の接続部下部に水滴跡を発見し、その後、伸縮継手にピンホールがあることを確認したため、B 系を停止した。
- 他の伸縮継手を確認したところ、排ガス冷却器とバグフィルタ接続部の伸縮継手（A 系・B 系）に割れがあることが確認されたことから、A 系を停止した。



主な時系列

8 / 8		焼却設備 B 系を起動
8 / 9		焼却設備 A 系を起動
8 / 10	2 2 : 2 0 頃	B 系の二次燃焼器と排ガス冷却器の接続部下部に水滴の滴下跡を発見
	1 : 2 1	焼却炉 B の停止操作を開始
	2 : 3 0 頃	当該伸縮継手部以外の伸縮継手部を点検開始
	2 : 5 7	焼却設備 B 系排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手に割れを確認
	3 : 0 4	焼却設備 A 系排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手に割れを確認
	4 : 2 0	焼却炉 A の停止操作を開始
	1 5 : 2 5	長期間の停止になると判断し、通報

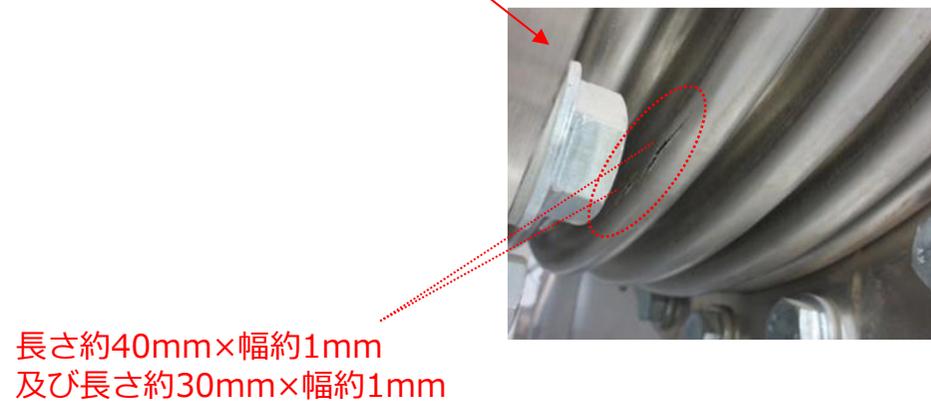
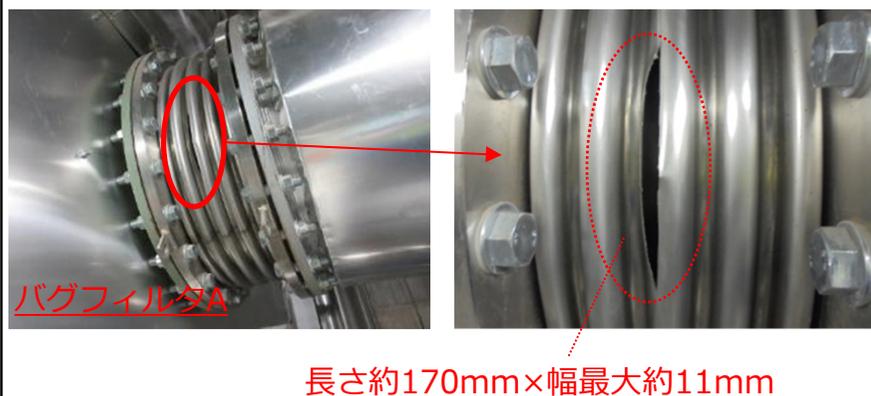
① B系二次燃焼器・排ガス冷却器間の伸縮継手
(呼び径1600mm, ピンホール部材質 : SUS316L)



②-2 B系排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手
(呼び径700mm, 割れ部材質 : SUS304)



②-1 A系排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手
(呼び径700mm, 割れ部材質 : SUS304)



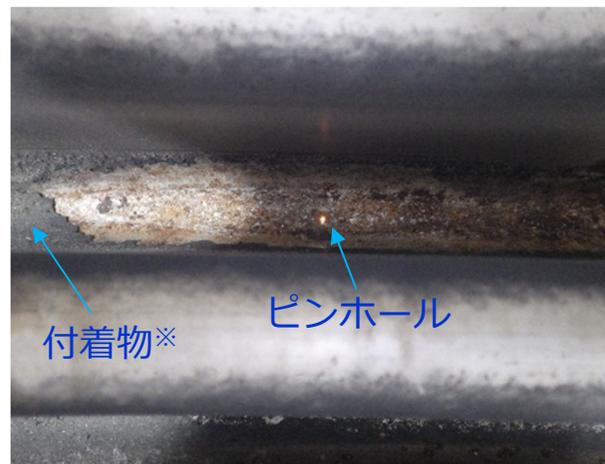
- ピンホールによる床面滴下跡をスミヤ測定した結果, 検出限界値未満であること, 割れについては, インリーク (系統内は負圧維持) していることを確認している。

調査結果（①ピンホール）

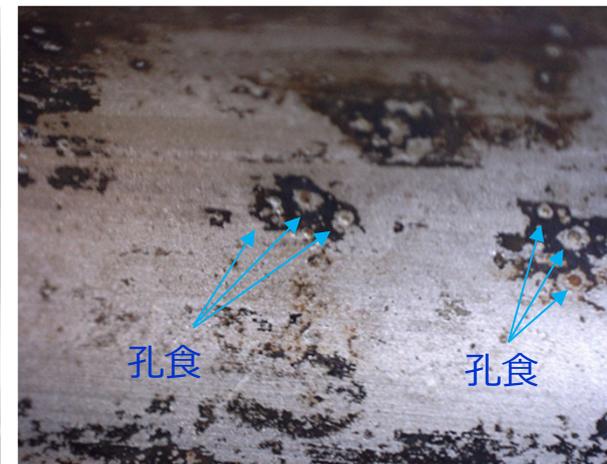
- ・ 内部確認の結果、凝縮水は確認されなかったものの溜まり水の痕跡を確認。
- ・ ベローズ内面の付着物を分析した結果、腐食成分である塩素（Cl）が多く含まれることを確認。
- ・ ベローズ内面には、ピンホール部以外にも孔食を複数確認。



<ベローズ切断後>



<ベローズ内面>

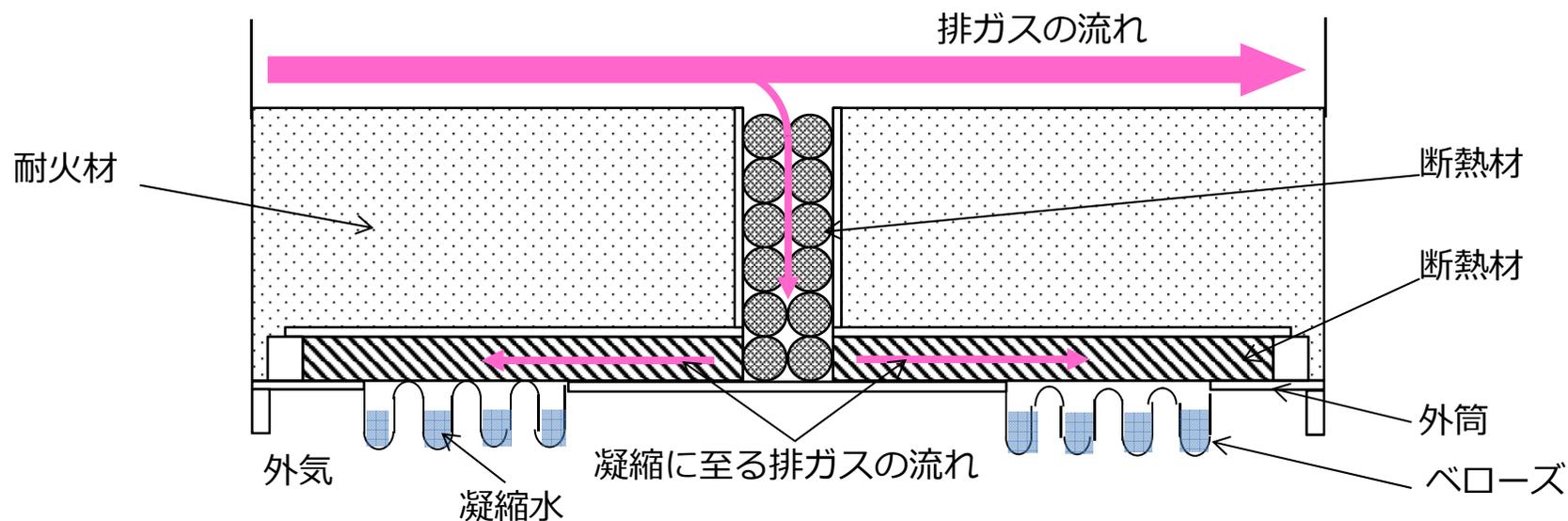


<ベローズ内面（拡大）>
(ピンホール発生箇所隣の底部)

※ピンホール部周辺の付着物は少ない状態であったが、これはベローズ切り出し作業時の振動により付着物が剥離したものと推定。

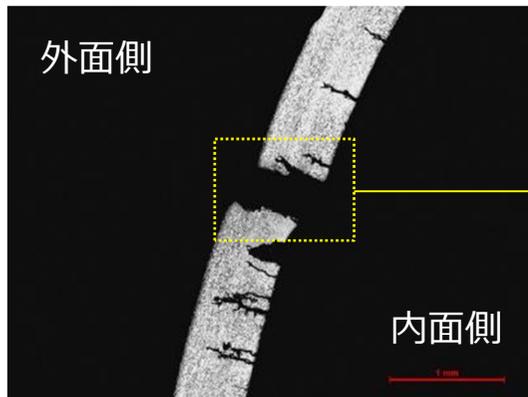
推定原因 (①ピンホール)

- 構造上内部を流れる排ガスが外表面（ベローズ部，外筒部）まで流れ込む構造であり，焼却炉立上げ時，冷えた状態のベローズ部に排ガスが回り込み，冷やされることで凝縮水が発生。
- 焼却運転開始後もベローズ内部に残留している凝縮水に，廃棄物焼却時の排ガスに含まれる塩化物イオン（Cl⁻）が溶解・蓄積することで，凝縮水中のCl⁻濃度が上昇する。
- 高濃度のCl⁻環境になったことにより，ベローズに孔食が発生。

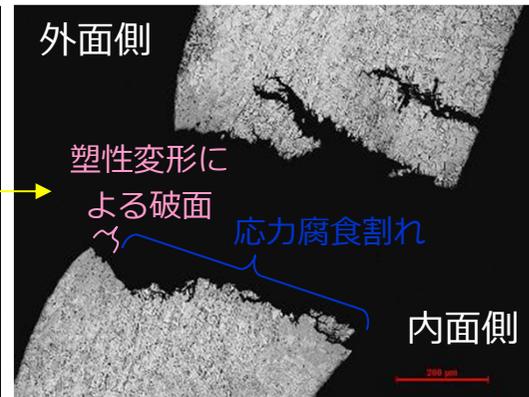


調査結果 (②割れ)

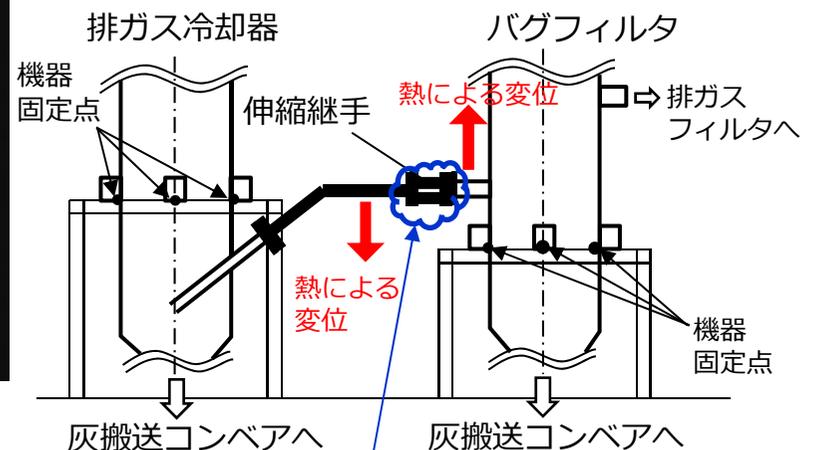
- ・組織観察の結果、応力腐食割れとみられる亀裂を確認。また、亀裂部近傍において孔食が発生していることを確認。
- ・ベローズ内面の付着物を分析した結果、排ガス対策としてバグフィルタに吹き込んでいる消石灰の主成分であるカルシウム (Ca) および腐食成分である塩素 (Cl) の存在を確認。
- ・当該伸縮継手の要求仕様を決定するにあたり、熱による変位量の評価を実施しているが、当該評価において、変位量を過小に見積もっていることを確認。



<組織観察 (A系)>
長さ170mmの割れ部



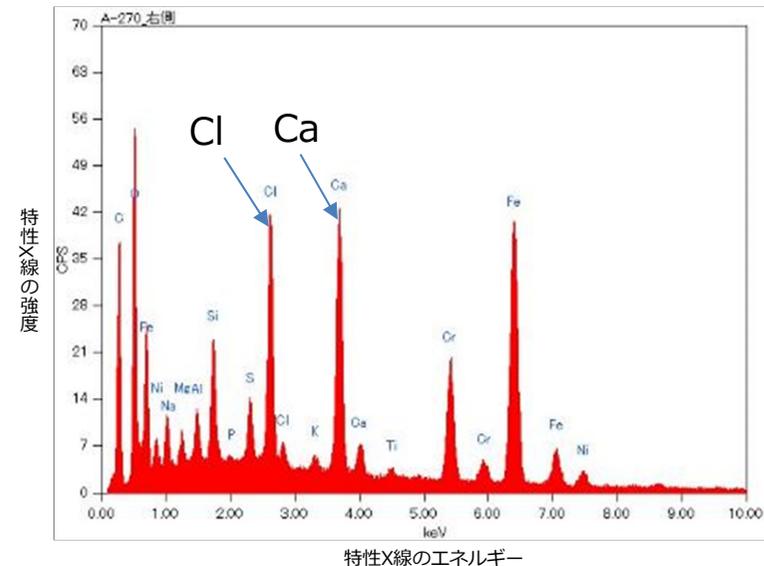
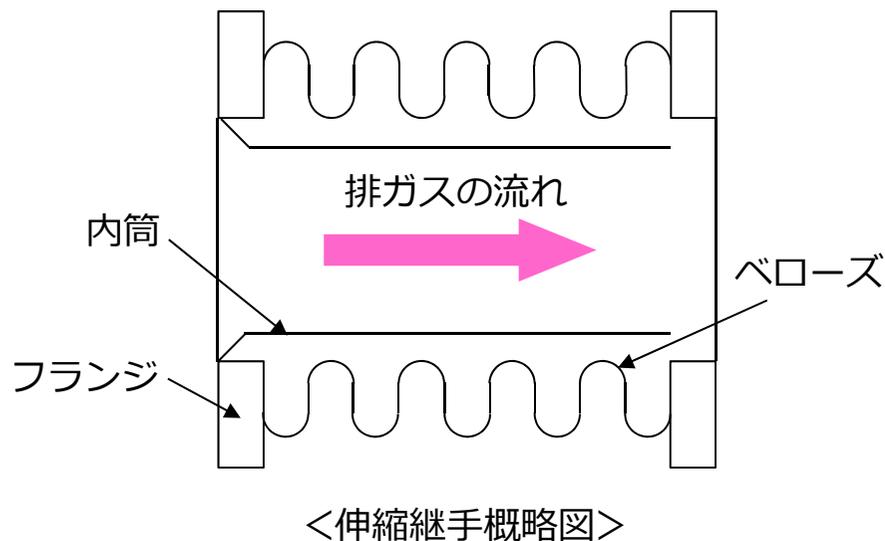
<組織観察 (A系)>
長さ170mmの割れ部



変位量を過小に見積もり

推定原因 (②割れ)

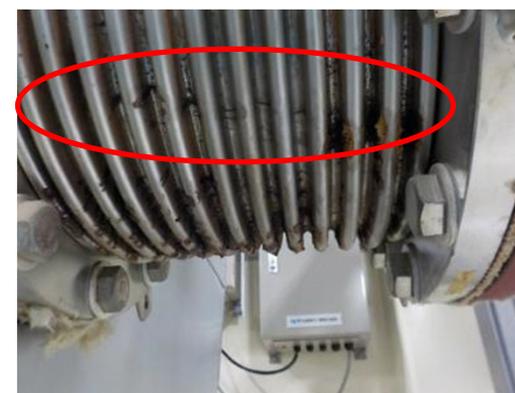
- 当該伸縮継手の上流側で消石灰を吹き込んでおり、消石灰に含まれる Ca^{2+} と排ガス中の Cl が反応し、塩化カルシウム (CaCl_2) を含む灰が、ベローズ部に付着。
- ベローズ部での排ガスの相対湿度は、塩化カルシウムが潮解する相対湿度より高いために潮解が発生。
- 潮解により、高濃度の塩化物イオンを含む水溶液が生成し、内面に孔食が発生。
- ベローズ部は、変位量を過小に見積もったことに伴う応力が作用した状態であったこともあり、孔食を起点として応力腐食割れが起こり、亀裂が進展。
- 最終的に、変位に伴う応力が作用して開口が発生。



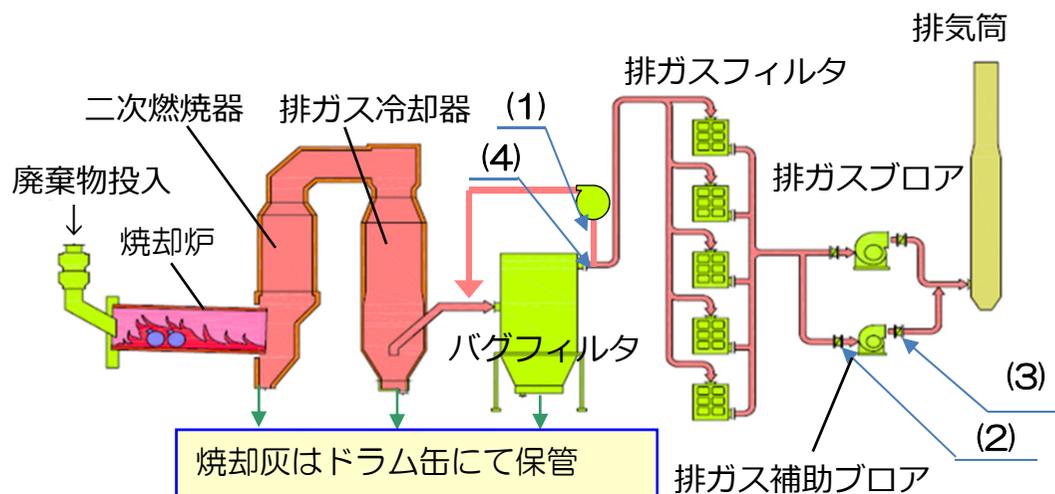
水平展開実施状況（伸縮継手）

水平展開として、焼却設備に使用されている金属製伸縮継手（35個）について、外観確認を実施した結果、以下の部位の伸縮継手（(1)～(3)）にひび等が発生していることを確認。また、PT検査の結果、バグフィルタB出口部の伸縮継手（(4)）のベローズ部にも指示模様があることを確認。

	設置箇所	呼び径	材質
(1)	バグフィルタA/B排ガス出口 温風循環バイパスダクト部	300mm	SUS304
(2)	排ガス補助ブロアA/B吸込部	350mm	SUS304
(3)	排ガス補助ブロアA/B吐出部	350mm	SUS304
(4)	バグフィルタB出口部	700mm	SUS304



<排ガス補助ブロアA吸込部（外面）>

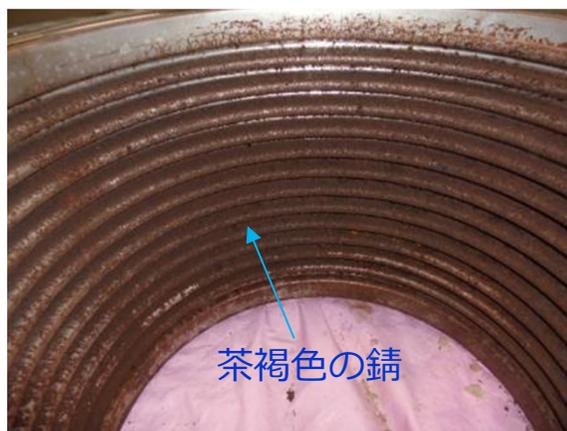


<排ガス補助ブロアB吸込部（外面）>

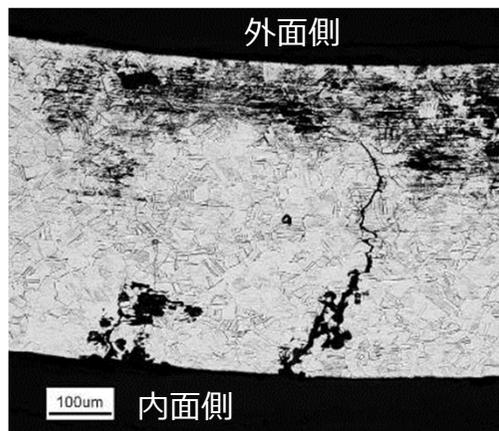
【調査状況】

- 内部確認の結果，ベローズ内面に茶褐色の錆・塗装とみられる剥離片を確認。
- 組織観察の結果，応力腐食割れとみられる亀裂を確認。
- ベローズ内面の拭き取り，分析を行った結果，腐食成分である塩化物イオン（Cl⁻）を確認。また，剥離片を分析した結果，煙道※内面の塗装成分を確認。
- 伸縮継手のベローズ部は，成形後の熱処理（残留応力除去）を行っていないことを確認。

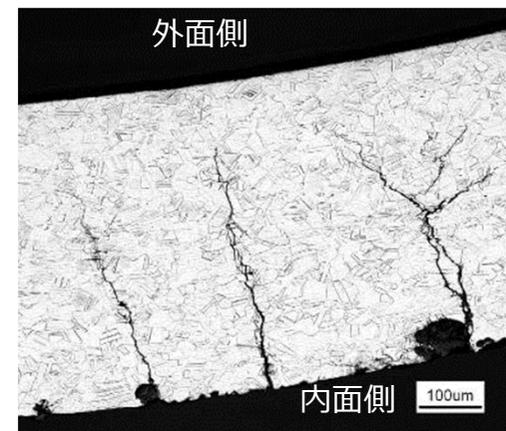
※煙道：排ガス冷却器出口から排気筒までの排ガスが流れる配管



＜ベローズ内面＞
（排ガス補助ブロアA吐出部）



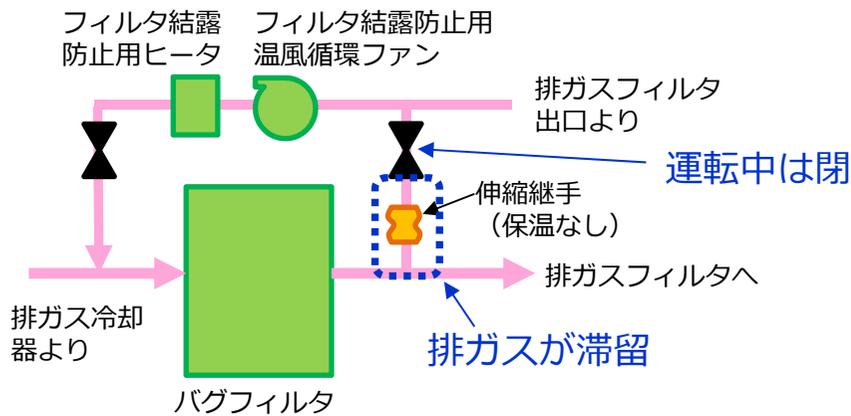
＜組織観察＞
（排ガス補助ブロアA吸込部）



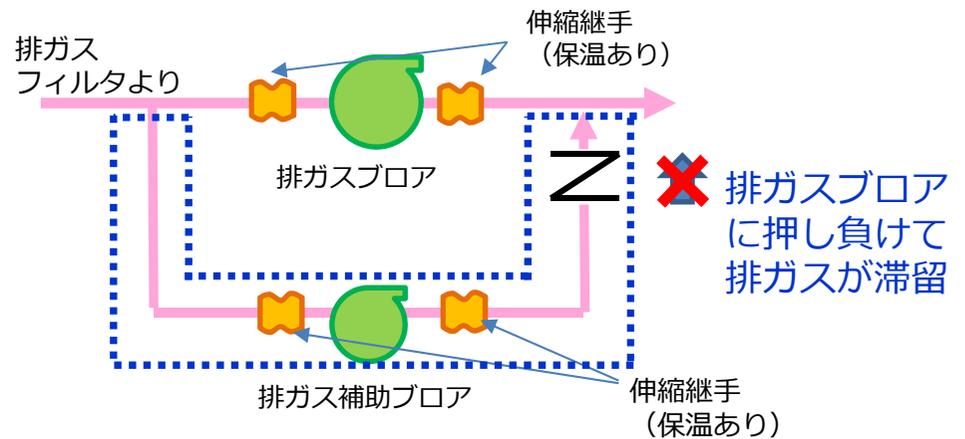
＜組織観察＞
（排ガス補助ブロアB吐出部）

【推定原因（調査中）】

- 各伸縮継手の近傍で排ガスが滞留し，部分的な温度低下により凝縮水が発生。
- 凝縮水の影響により，煙道の塗装剥がれが発生。剥がれた箇所で腐食が発生し，腐食生成物の一部が伸縮継手に付着。
- 凝縮水に溶解した塩化水素，腐食生成物の付着により内面に孔食が発生。
- 伸縮継手のベローズ部は，成形時の残留応力が作用した状態であったことから，孔食を起点として，応力腐食割れによる亀裂が進展。



＜バグフィルタ周り概略図＞



＜排ガスブロア周り概略図＞

なお，バグフィルタB出口部の伸縮継手については，原因調査中。

追加調査実施状況（煙道及び小口径配管等）

- 伸縮継手内部に煙道からと推定される塗装の剥離片が確認されたことから、煙道の内部確認を実施。これまでに煙道の一部に塗装の剥離や腐食が発生していることを確認。



＜排ガス補助ブロアB入口側煙道＞



＜バグフィルタB出口側煙道＞



＜参考：健全部＞

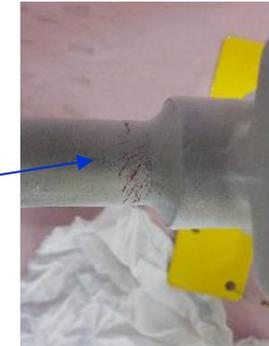
- ステンレス製伸縮継手に応力腐食割れが確認されたことから、応力腐食割れの発生が懸念されるステンレス製の小口径配管・ノズルについて、状態確認を実施。これまでに、一部の箇所において、亀裂やPT検査での指示模様があることを確認。



＜排ガスブロアA逆止弁ドレン配管＞



＜排ガスブロアA吐出圧力計接続配管＞



現在、追加調査を進めるとともに、発生原因及び対策について検討中。

水平展開及び追加調査分を含め、対策実施時期は調整中。

	8月	9月	10月
原因調査			
伸縮継手取外, 内部確認, 付着物分析			
水平展開, 追加調査			
対策検討・実施			



IRID

廃棄物試料の分析

1号機原子炉建屋5階瓦礫・1号機タービン建屋地下1階スラッジ
・多核種除去設備HICスラリー

平成28年9月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構/
日本原子力研究開発機構

本資料には、経済産業省平成26年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金
(固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」の成果の一部が含まれている。

- 事故後に発生した固体廃棄物は、従来の原子力発電所で発生した廃棄物と性状が異なるため、廃棄物の処理・処分の安全性の見通しを得る上で性状把握が不可欠である。
- 原子炉建屋の内部で採取された試料は、汚染状態を把握する上で優先度が高い。1号機原子炉建屋5階で採取された瓦礫(コンクリート)及び1号機タービン建屋地下1階で採取されたスラッジ(滞留水固形分)を分析した結果を報告する。
- 多核種除去設備 (ALPS) からの二次廃棄物は発生量と放射能の観点で重要である。また、漏えいリスクを低減させるスラリー安定化処理の検討に含水率や粒径が重要であるため、高性能容器 (HIC) に充填した後保管されていた炭酸塩沈殿スラリーの試料を分析した結果を報告する。

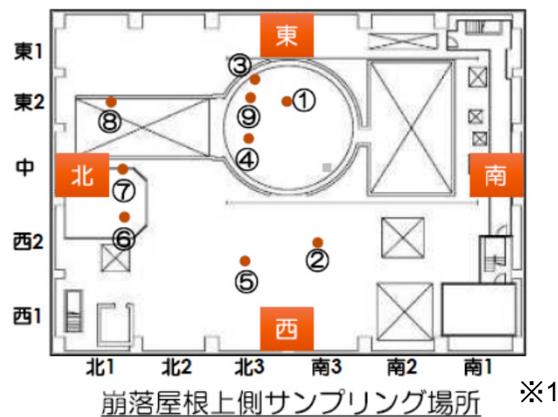


廃棄物試料の分析状況

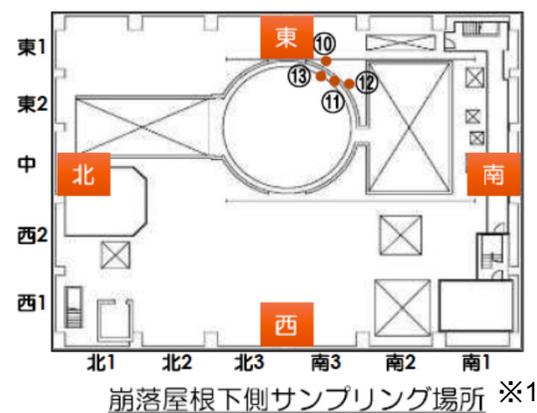
報告年度	試料	試料数	発表等	
23-27	汚染水処理設備出入口水	<ul style="list-style-type: none"> 1～4号機タービン建屋滞留水等 滞留水(集中RW地下、高温焼却炉建屋地下) 淡水化装置濃縮水 処理水(セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、多核種除去設備) 	51	http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_110522_04-j.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/120924/120924_01jj.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/131128/131128_01ss.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensui taisakuteam/2015/pdf/0730_3_4c.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensui taisakuteam/2016/pdf/0331_3_4f.pdf
	瓦礫	<ul style="list-style-type: none"> 1、2、3号機原子炉建屋内瓦礫 1、2号機原子炉建屋内ボーリングコア 1、3、4号機周辺瓦礫 覆土式一時保管施設で採取した瓦礫 1号機タービン建屋砂 	60	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130828/130828_01nn.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150326/150326_01_3_7_04.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensui taisakuteam/2015/pdf/0827_3_4c.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensui taisakuteam/2016/pdf/0128_3_4d.pdf
	伐採木、立木、落葉、土壌	<ul style="list-style-type: none"> 伐採木(枝、葉) 構内各所の立木(枝葉)及び落葉、土壌 	128	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01tt.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140227/140227_02ww.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150326/150326_01_3_7_04.pdf
	汚染水処理二次廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 多核種除去設備スラリー(既設、増設) 	4	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensui taisakuteam/2015/pdf/0827_3_4c.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensui taisakuteam/2016/pdf/0128_3_4d.pdf
28	汚染水処理二次廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 増設多核種除去設備スラリー 多核種除去設備吸着材 	3 5	本報告 吸着材は採取準備中
	瓦礫、スラッジ	<ul style="list-style-type: none"> 1号機原子炉建屋内瓦礫 1号機タービン建屋内スラッジ 	14 6 4	本報告 分析中 本報告
	汚染水処理設備出入口水	<ul style="list-style-type: none"> 滞留水(集中RW地下、高温焼却炉建屋地下) 処理後水(セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、多核種除去設備) 	28	一部試料分析中、試料輸送準備中
	滞留水	<ul style="list-style-type: none"> 2、3号機PCV滞留水 	12	分析中
	焼却灰	<ul style="list-style-type: none"> 焼却灰(雑固体廃棄物焼却設備) 	5	分析中
	土壌	<ul style="list-style-type: none"> 構内の土壌 	6	分析中

原子炉建屋内瓦礫 - 分析内容

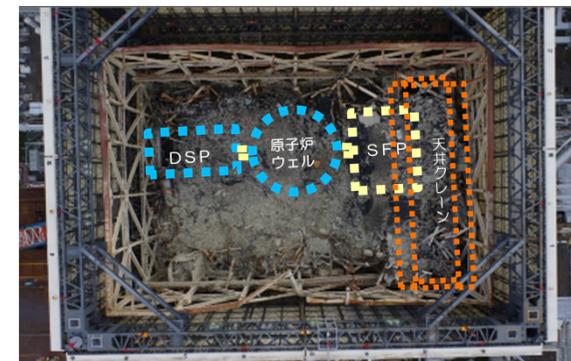
- 平成27年10月に 1号機原子炉建屋5階にて崩落屋根上下部分の瓦礫汚染状況調査が行われ、回収されたコンクリート片を試料(1RB-CR-R1~R14)として以下の核種を分析した。
 - ❖ ^3H , ^{14}C , ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{79}Se , ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{99}Tc , ^{126}Sn , ^{129}I , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm , 全 α
 - ❖ 各試料の量が少なかったため、全核種が分析出来るよう ^{137}Cs 濃度及び試料採取位置を考慮して、近接する試料を同一グループと見なして測定する核種を試料毎に割り当てた。



1RB-CR-R1~9: ①~⑨にて採取
1RB-CR-R10: 採取機の付着物



1RB-CR-R11~14: ⑩~⑬にて採取



オペフロ全景（上空から撮影） ※1

原子炉建屋内瓦礫 - 試料の性状

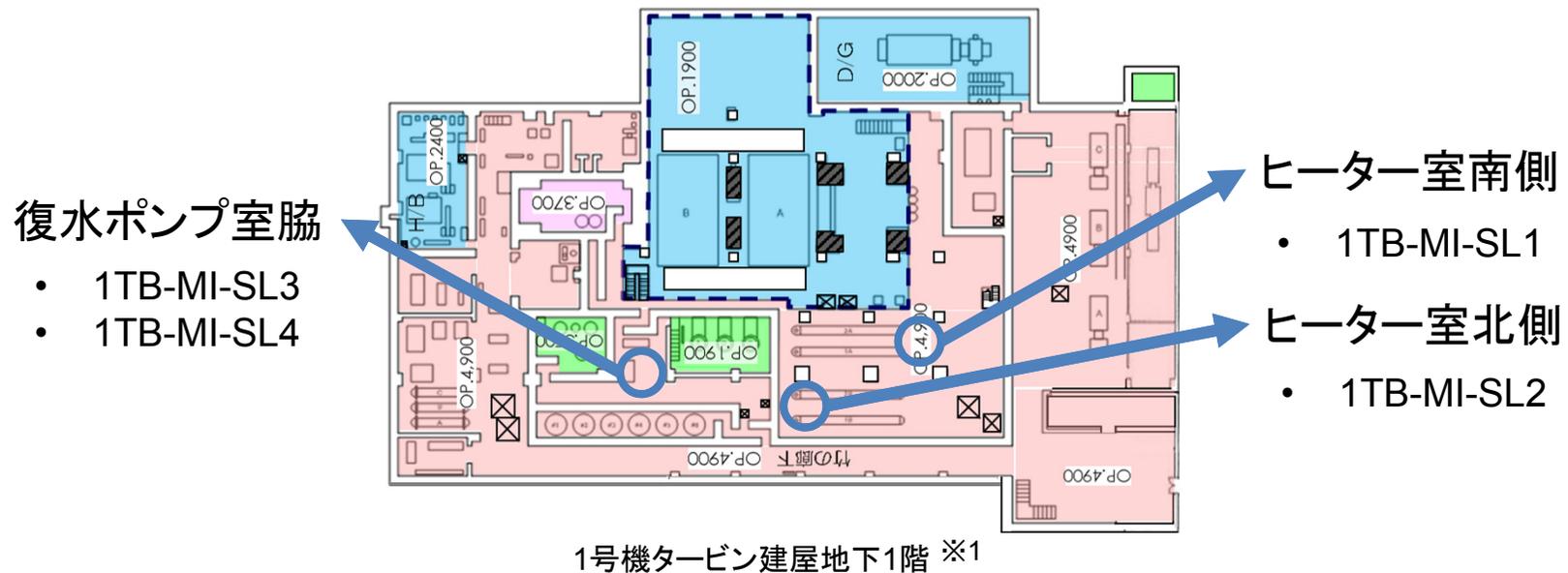
No.	形状等	試料名	場所	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	質量 (g)
1	コンクリート	1RB-CR-R1	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	30	1.4
2	コンクリート	1RB-CR-R2	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	18	1.5
3	コンクリート	1RB-CR-R3	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	7.5	1.1
4	コンクリート	1RB-CR-R4	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	38	1.2
5	コンクリート	1RB-CR-R5	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	9.0	2.1
6	コンクリート	1RB-CR-R6	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	44	1.6
7	コンクリート	1RB-CR-R7	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	23	1.2
8	コンクリート	1RB-CR-R8	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	45	1.2
9	コンクリート	1RB-CR-R9	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	8.0	1.5
10	コンクリート	1RB-CR-R10	1号機原子炉建屋5階崩落屋根上側	3.5	0.6
11	コンクリート	1RB-CR-R11	1号機原子炉建屋5階崩落屋根下側	35	0.5
12	コンクリート	1RB-CR-R12	1号機原子炉建屋5階崩落屋根下側	65	0.4
13	コンクリート	1RB-CR-R13	1号機原子炉建屋5階崩落屋根下側	150	0.1
14	コンクリート	1RB-CR-R14	1号機原子炉建屋5階崩落屋根下側	45	0.1

* 各試料の量が少なかったため、右表に示すグループごとに測定する核種を割り当てた。

グループ		試料名
崩落屋根上側	西側	1RB-CR-R2, -R5
	原子炉ウエル周辺	1RB-CR-R1, -R3, -R4, -R9
	北西側	1RB-CR-R6, -R7
	北東側	1RB-CR-R8
	採取機の付着物	1RB-CR-R10
崩落屋根下側	原子炉ウエル周辺	1RB-CR-R11~R14

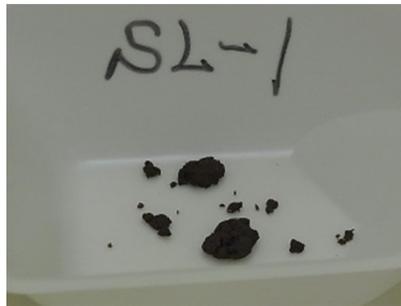
タービン建屋内スラッジ - 分析内容

- 平成27年9月に滞留水処理の検討のため1号機タービン建屋地下1階にて採取されたスラッジ(1TB-MI-SL1~SL4)を試料として、以下の核種を分析した。
 - ❖ ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{126}Sn , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm
 - ❖ 試料量が少なかったため、試料を分割せず一括して酸抽出し、分析を行った。



タービン建屋内スラッジ - 試料の性状

No.	形状等	試料名	場所	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	質量 (g)
1	スラッジ	1TB-MI-SL1	1号機タービン建屋地下1階	55	0.2
2	スラッジ	1TB-MI-SL2	1号機タービン建屋地下1階	100	0.1
3	スラッジ	1TB-MI-SL3	1号機タービン建屋地下1階	120	0.1
4	スラッジ	1TB-MI-SL4	1号機タービン建屋地下1階	5.5	7.4



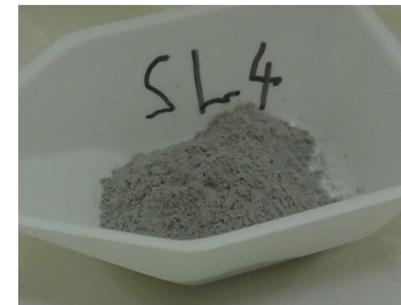
1TB-MI-SL1



1TB-MI-SL2

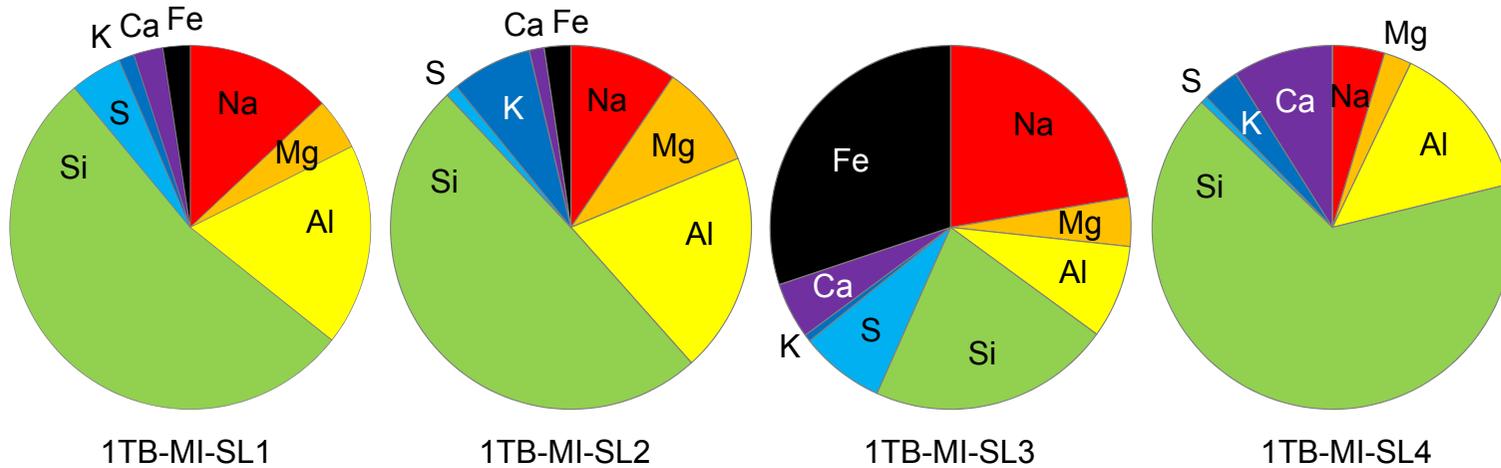


1TB-MI-SL3



1TB-MI-SL4

タービン建屋内スラッジ - 元素分析結果



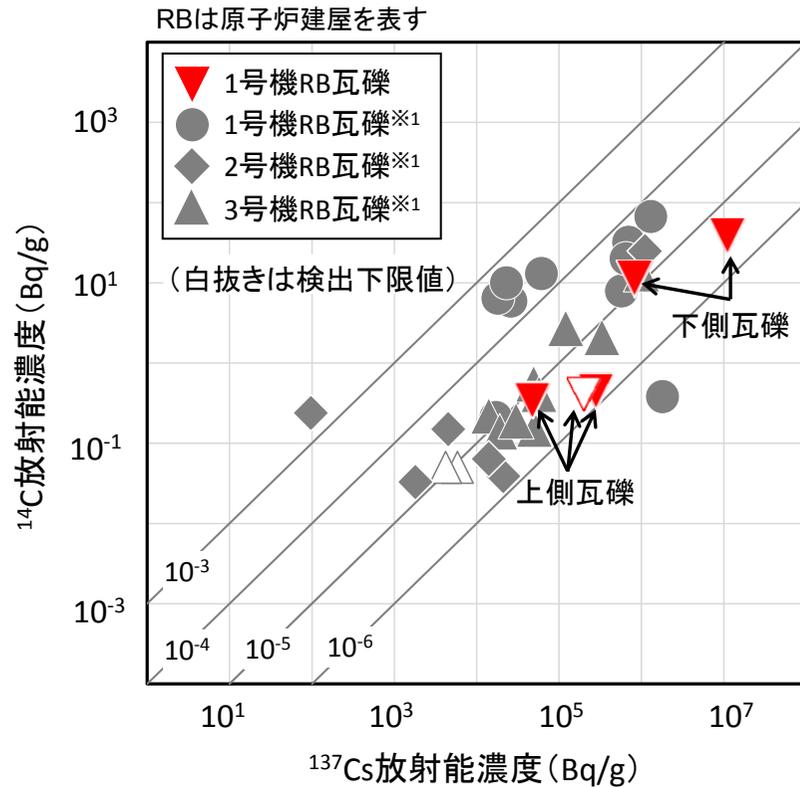
試料名	元素重量比/%							
	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Fe
1TB-MI-SL1	13	4.6	18	53	4.6	1.4	2.6	2.4
1TB-MI-SL2	9.6	9.3	20	50	1.1	7.2	1.3	2.4
1TB-MI-SL3	22	4.4	8.3	22	7.6	0.6	5	30
1TB-MI-SL4	4.7	2.5	14	66	0.6	3.3	9	-

➤ SL1、2、4はSiとAlが、SL3はFe、NaとAlが主成分である

※ SEM/EDXにより元素分析を行った。Naより原子番号の大きい元素を分析対象とした。

原子炉建屋瓦礫・タービン建屋スラッジ – 核種分析結果①

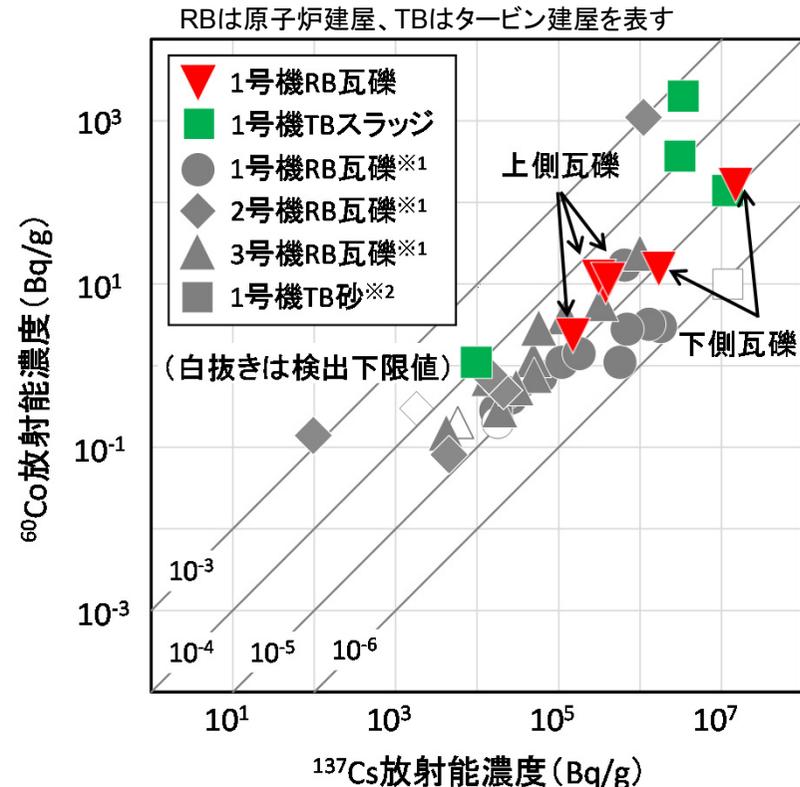
– ^{14}C , ^{60}Co と ^{137}Cs 濃度の関係 –



➤ $^{14}\text{C}/^{137}\text{Cs}$ 比は上側瓦礫と下側瓦礫で同程度

$^{14}\text{C}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比	
1号機RB瓦礫	1号機燃料 ^{※3}
2.3×10^{-5}	1.0×10^{-6}

H26年度~本報告取得データの平均値



➤ $^{60}\text{Co}/^{137}\text{Cs}$ 比は、1号機TBスラッジと1号機RB瓦礫で同程度

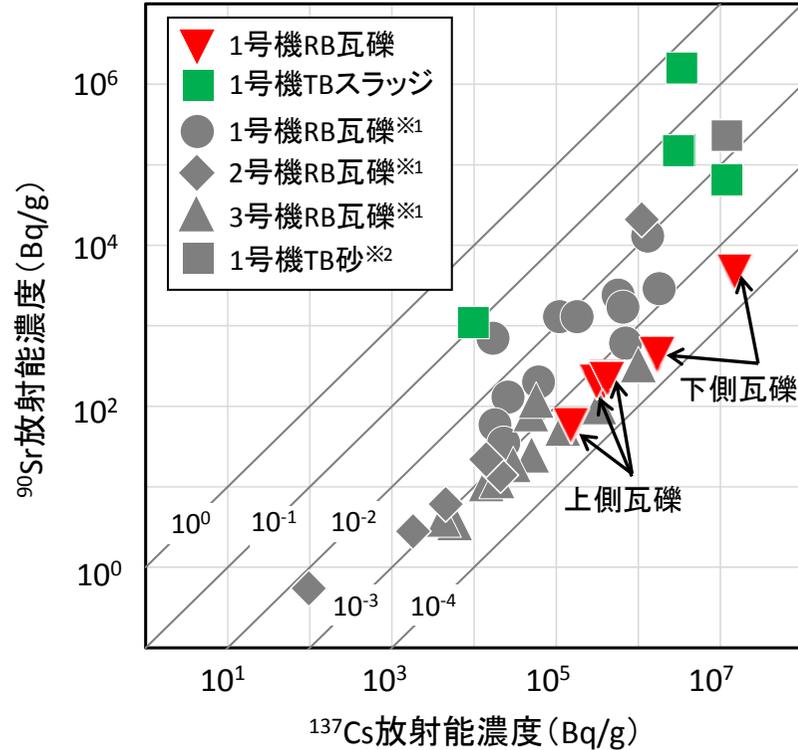
$^{60}\text{Co}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比		
1号機TBスラッジ・砂	1号機RB瓦礫	1号機燃料 ^{※3}
9.8×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.3×10^{-5}

H26年度~本報告取得データの平均値

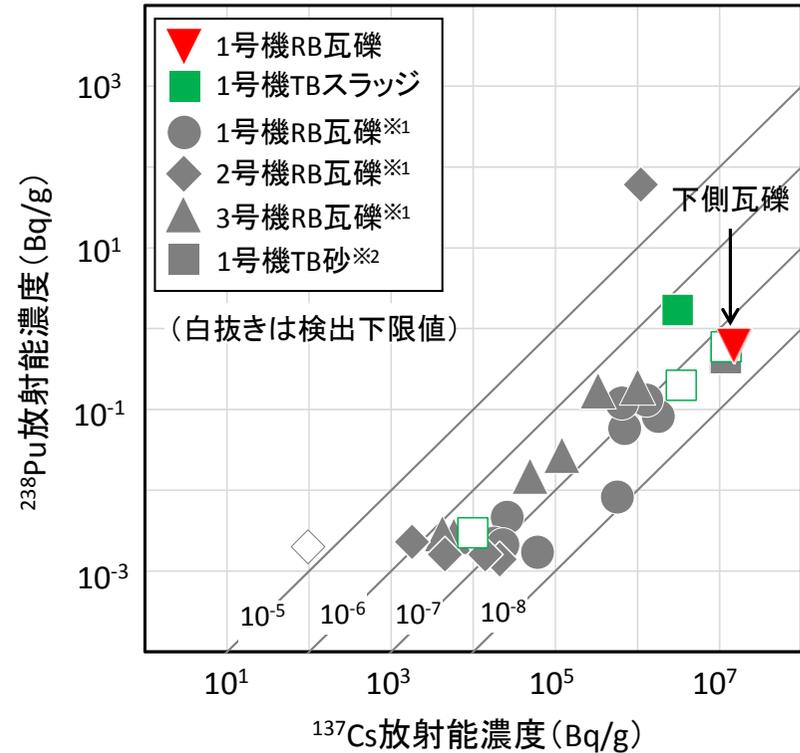
原子炉建屋瓦礫・タービン建屋スラッジ – 核種分析結果②

– ^{90}Sr , ^{238}Pu と ^{137}Cs 濃度の関係 –

RBは原子炉建屋、TBはタービン建屋を表す



RBは原子炉建屋、TBはタービン建屋を表す



➤ $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比は、1号機TBスラッジ・砂 > 1号機RB瓦礫

➤ $^{238}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 比はH27年度までの1号機RB瓦礫と同程度

$^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比

1号機TBスラッジ・砂	1号機RB瓦礫	1号機燃料 ^{※3}
4.8×10^{-2}	2.0×10^{-3}	7.4×10^{-1}

H26年度～本報告取得データの平均値

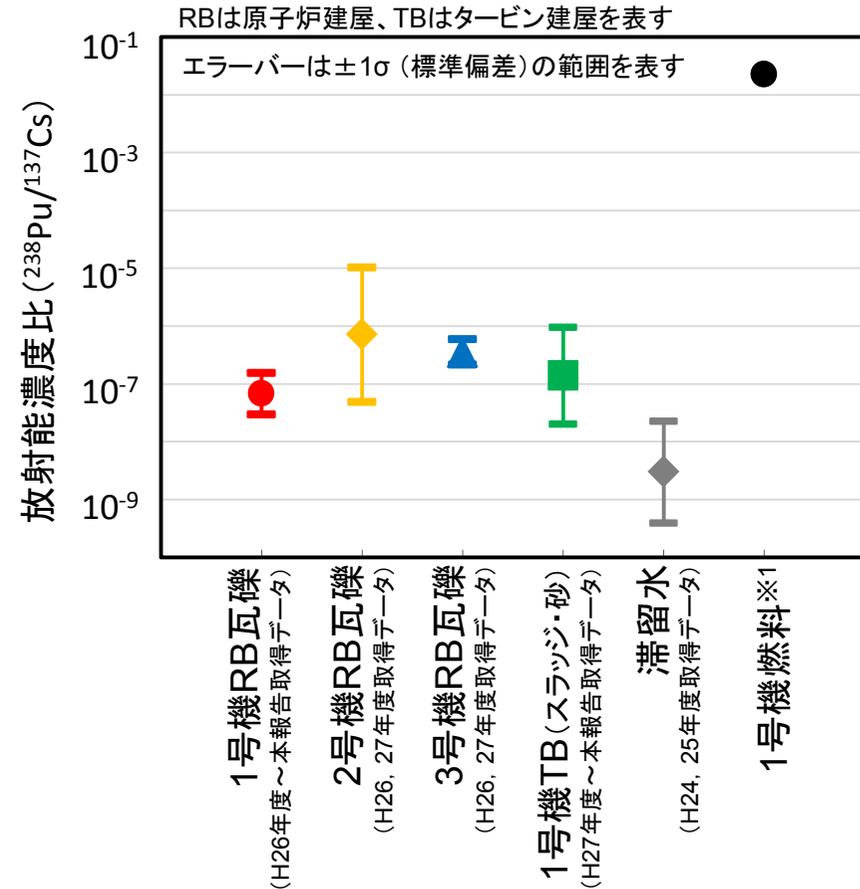
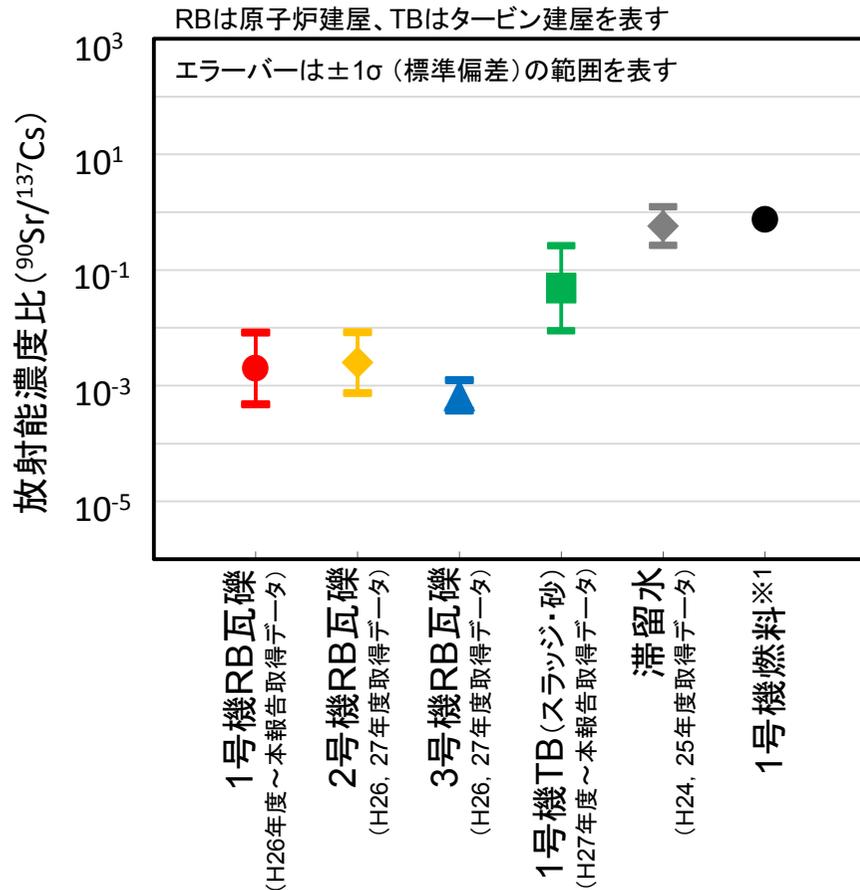
$^{238}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比

1号機TBスラッジ・砂	1号機RB瓦礫	1号機燃料 ^{※3}
1.4×10^{-7}	6.8×10^{-8}	2.3×10^{-2}

H26年度～本報告取得データの平均値

原子炉建屋瓦礫・タービン建屋スラッジ – 核種分析結果③

– ^{90}Sr , ^{238}Pu と ^{137}Cs の採取箇所毎の放射濃度比 –



- $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比は、滞留水 > 1号機TB > RB(1, 2, 3号機)瓦礫の順に高い
- タービン建屋の汚染は、滞留水が寄与した可能性がある

- $^{238}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 比は1, 2, 3号機RB瓦礫と1号機TBとでは同程度
- 滞留水の $^{238}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 比は、他と比べ1~2桁低い

多核種除去設備スラリー – 分析内容

- 静置状態であった高性能容器(HIC)No.172から、上澄み水下の炭酸塩沈殿スラリーの上層(HIC内プレート下面より下方約60cm)、中層(同約100cm)、下層(同約150cm)から試料を採取し、放射能・元素濃度、固液比、上澄液のpH、粒度分布を分析した。

❖ 放射性核種は以下を対象として分析した。

^{54}Mn , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{94}Nb , ^{125}Sb , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm

	試料名	採取日	採取者	線量率 [※] (mSv/h)	
1	増設ALPS炭酸塩沈殿スラリー(深さ 150cm)	AAL-S1-2	H27.4.16	東芝	190
2	増設ALPS炭酸塩沈殿スラリー(深さ 100cm)	AAL-S1-3	H27.4.16	東芝	210
3	増設ALPS炭酸塩沈殿スラリー(深さ 60cm)	AAL-S1-4	H27.4.16	東芝	150
参考	増設ALPS炭酸塩沈殿スラリー ^{※1} (充填後直ちに採取)	AAL-S1-1	H27.5.13	JAEA	22

※ 5 cm³ を10 cm³ バイアル瓶に収納したときの表面線量率。H27年5月27日に測定。

スラリーの固液比及び上澄液のpH

●固液比

- 炭酸塩沈殿スラリー試料を攪拌後、一定量分取し、蒸発乾固前後の重量から固液比を求めた。
- 深さとともに固体の割合が増える傾向がうかがわれる。
- 安定化処理の検討に用いている模擬スラリー(固体重量比10~20%)と同程度であることが確認できた。

No.	試料名	重量比 (%)		【参考】容量比 (%) *	
		固体	液体	固体	液体
1	AAL-S1-2(深さ150cm)	23.6	76.4	10.9	89.1
2	AAL-S1-3(深さ100cm)	22.7	77.3	10.4	89.6
3	AAL-S1-4(深さ60cm)	15.7	84.3	6.8	93.2
参考	AAL-S1-1(充填後直ちに採取) ※1	12.1	87.9	5.1	94.9

* 元素分析の結果から、化合物を想定して比重を設定し、算出。

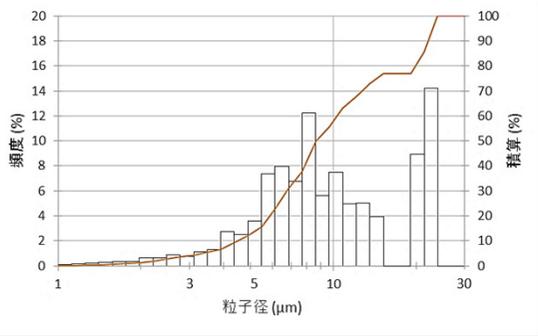
●上澄液のpH

- 炭酸塩沈殿スラリー試料を一定量分取し、上澄液のpHを測定した。
- 約11であり、深さの影響は小さいとみられる。

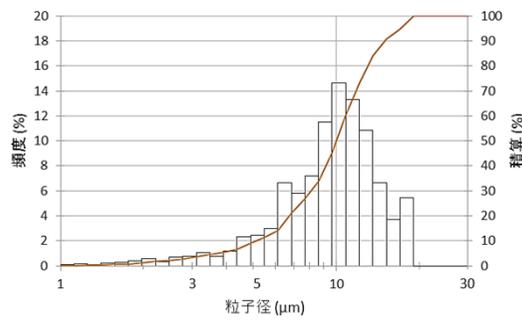
No.	試料名	pH
1	AAL-S1-2(深さ150cm)	11.5
2	AAL-S1-3(深さ100cm)	11.4
3	AAL-S1-4(深さ60cm)	11.0

スラリーの粒度分布

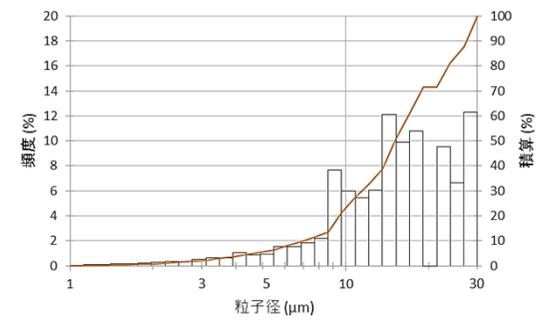
No.	試料名	粒子径測定結果(μm)			
		平均径 (個数基準)	メジアン径		最大粒子径
		(個数基準)	(個数基準)	(体積基準)	
1	AAL-S1-2(深さ150cm)	2.93	2.03	8.65	22.8
2	AAL-S1-3(深さ100cm)	3.10	1.98	10.0	17.5
3	AAL-S1-4(深さ60cm)	3.01	1.90	15.1	29.6
参考	増設AAL-S1-1(充填後直ちに採取) ※ ¹	5.27	4.30	13.2	26.9
参考	既設EAL-S2-2(同上) ※ ¹	7.40	6.85	15.2	29.4
参考	既設AL-S2-1(同上) ※ ²	3.62	2.36	12.7	23.2



AAL-S1-2の粒度分布(体積基準)



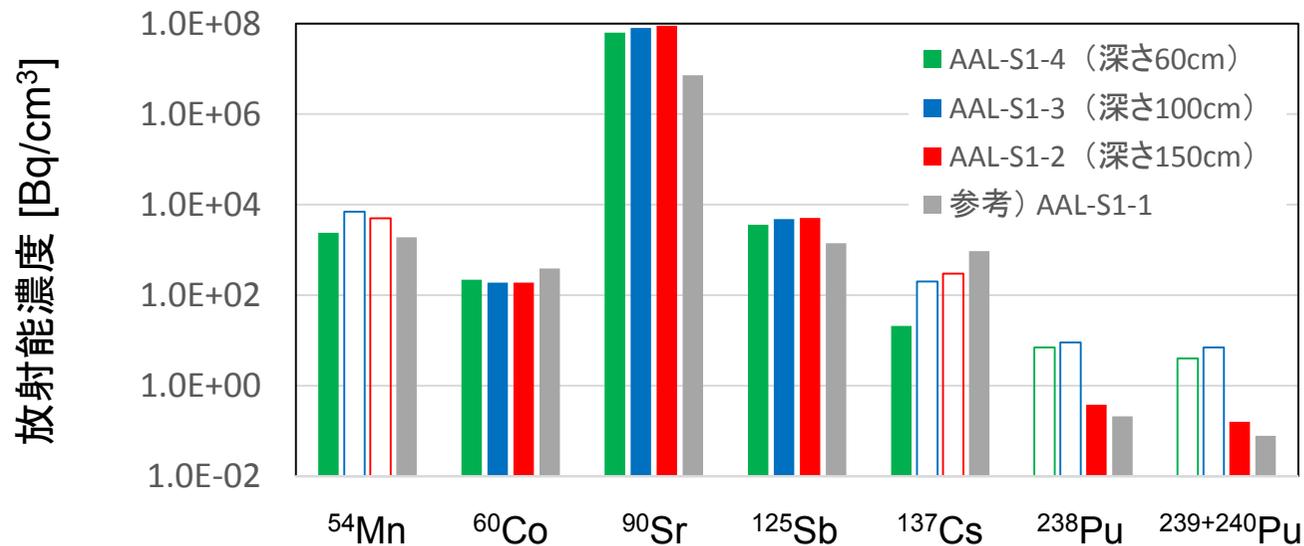
AAL-S1-3の粒度分布(体積基準)



AAL-S1-4の粒度分布(体積基準)

- 炭酸塩沈殿スラリーを純水中に希釈・分散させ、これを分取しフィルター上で乾燥後、マイラー膜で密封し、顕微鏡で画像を撮影した。得られた画像を画像解析し、粒子径を求めた。
- 粒子径に深さの依存性は見られない。また、静置したことによる影響は伺われない。
- 安定化処理の検討に用いている模擬スラリー(メジアン径(体積基準)13~17μm)と同程度であることが確認できた。

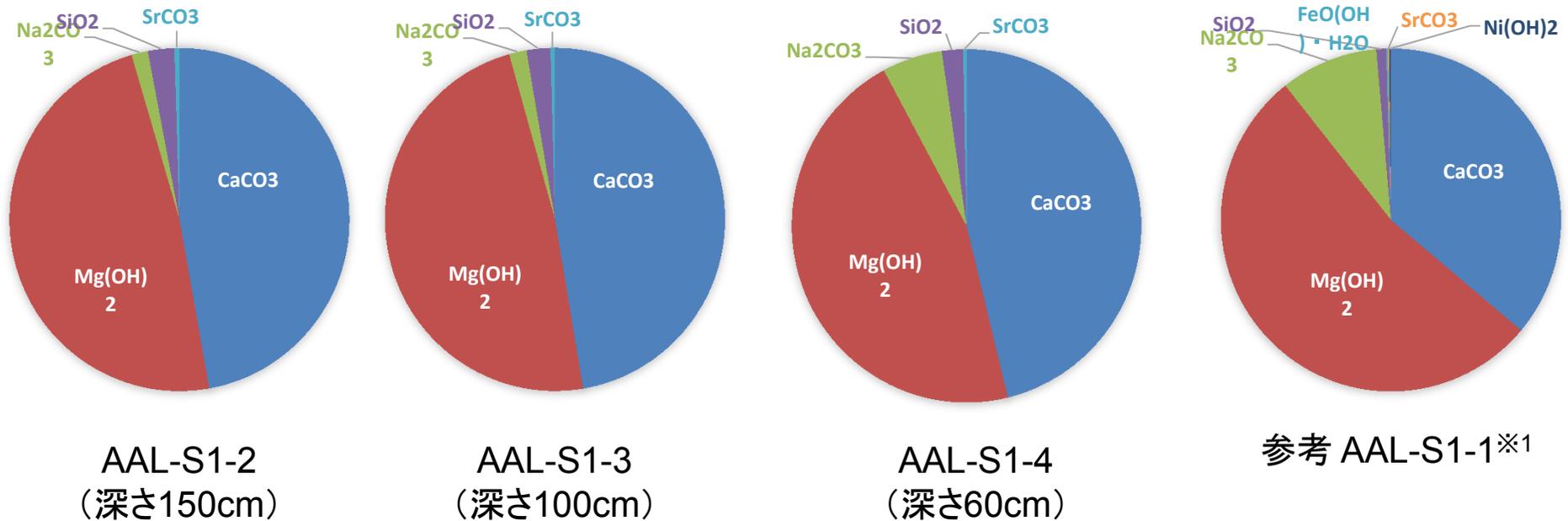
スラリーの放射性核種分析結果



※ 白抜きバーは検出下限値を示す。

- いずれの炭酸塩沈殿スラリー試料についても ^{90}Sr が支配的であり、 ^{125}Sb 等の他の核種に比べて4桁以上も高い。
- ^{94}Nb , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{241}Am , ^{244}Cm は全ての試料で不検出であった。
- 放射能濃度は、深さによる固液比の違いの影響が示唆される。※1
- 核種組成は、HIC(処理した水)ごとに若干異なる可能性が示唆される。※2

スラリーの元素分析結果 (推定した物質の重量比)



※代表的な化合物を想定して算出。

- いずれもCaCO₃とMg(OH)₂で約9割を占める。
 - Ca と Mg の比は HIC (処理した水)により変わると思われる。
- 60cmの試料は、100cm及び150cmの試料に比べてNa₂CO₃の割合が大きいが、液体含有量の割合が高い影響と考えられる。その他については、深さの依存性は認められない。

- 原子炉建屋内瓦礫(コンクリート)、タービン建屋内スラッジ、多核種除去設備炭酸塩沈殿スラリーを分析し、それぞれ次の核種が検出された。
 - ❖ コンクリート: ^3H , ^{14}C , ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{79}Se , ^{90}Sr , ^{129}I , ^{137}Cs , ^{154}Eu , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm , 全 α
 - ❖ スラッジ: ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm
 - ❖ スラリー: ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{125}Sb , ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$
- 1号機原子炉建屋の瓦礫(コンクリート)は、これまでに得られた瓦礫の分析データに整合する結果を示し、汚染組成が類似している。
- 1号機タービン建屋のスラッジ(滞留水固形分)は、汚染水と接触した影響がうかがわれ、空気と水を経由した複合的な汚染の可能性が示唆された。
- 多核種除去設備から発生した炭酸塩沈殿スラリーについて、核種組成が容器内で均一である一方、容器(処理した汚染水)ごとに違う可能性が示唆された。
- また、スラリーは、放射能濃度とともに固液比、粒度分布などのデータを得た。スラリー安定化処理(脱水)技術の研究開発において、適用性試験を行っており、試験に用いる模擬スラリーの性状が実際のスラリーと同程度であることを、固液比や粒度分布のデータにより確認できた。

今後の計画

- 分析は、1号機原子炉建屋天井ボーリングコア、可燃物の焼却による灰、2及び3号機PCVや多核種除去設備の工程内で採取した水試料、サイト内土壌などの試料を対象として継続し、分析データの蓄積を進めていく。
- 分析により得られた放射性核種濃度のデータは、解体廃棄物や汚染水処理二次廃棄物のインベントリ評価において、推定の精度向上に利用し、処理・処分技術の検討に提供する。
- 得られた分析データは、廃炉に係わる広いニーズに対応するため速やかに公開していく。ここで、研究実施事業者による公開も検討する。また、分析結果を利用した研究開発の成果については、新たな知見や成果がまとめられた段階で、本チーム会合／事務局会議で報告する。



IRID

参考情報



原子炉建屋内瓦礫の核種分析結果 ①

No.	試料名	放射能濃度(Bq/g)				
		⁶⁰ Co (約5.3年)	⁹⁴ Nb (約2.0 × 10 ⁴ 年)	¹³⁷ Cs (約30年)	¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)
1	1RB-CR-R1	–	–	(2.8±0.1) × 10 ⁵	–	–
2	1RB-CR-R2	(2.3±0.2) × 10 ⁰	< 3 × 10 ⁻¹	(1.5±0.1) × 10 ⁵	< 3 × 10 ⁰	< 1 × 10 ⁰
3	1RB-CR-R3	–	–	(6.2±0.1) × 10 ⁴	–	–
4	1RB-CR-R4	(9.1±0.3) × 10 ⁰	< 3 × 10 ⁻¹	(3.8±0.1) × 10 ⁵	< 3 × 10 ⁰	(1.9±0.3) × 10 ⁰
5	1RB-CR-R5	–	–	(4.7±0.1) × 10 ⁴	–	–
6	1RB-CR-R6	(1.2±0.1) × 10 ¹	< 3 × 10 ⁻¹	(3.1±0.1) × 10 ⁵	< 3 × 10 ⁰	(2.5±0.3) × 10 ⁰
7	1RB-CR-R7	–	–	(2.0±0.1) × 10 ⁵	–	–
8	1RB-CR-R8	(1.1±0.1) × 10 ¹	< 3 × 10 ⁻¹	(4.1±0.1) × 10 ⁵	< 3 × 10 ⁰	(2.2±0.4) × 10 ⁰
9	1RB-CR-R9	–	–	(5.8±0.1) × 10 ⁴	–	–
10	1RB-CR-R10	–	–	(3.9±0.1) × 10 ⁴	–	–
11	1RB-CR-R11	–	–	(8.2±0.1) × 10 ⁵	–	–
12	1RB-CR-R12	(1.5±0.1) × 10 ¹	< 1 × 10 ⁰	(1.7±0.1) × 10 ⁶	< 9 × 10 ⁰	< 4 × 10 ⁰
13	1RB-CR-R13	(1.6±0.1) × 10 ²	< 4 × 10 ⁰	(1.5±0.1) × 10 ⁷	< 4 × 10 ¹	(2.1±0.4) × 10 ¹
14	1RB-CR-R14	–	–	(1.1±0.1) × 10 ⁷	–	–



原子炉建屋内瓦礫の核種分析結果 ②

No.	試料名	放射能濃度(Bq/g)			
		⁹⁰ Sr (約29年)	⁹⁹ Tc (約 2.1×10^5 年)	¹²⁶ Sn (約 1.0×10^5 年)	¹²⁹ I (約 1.6×10^7 年)
1	1RB-CR-R1	–	$< 3 \times 10^{-1}$	–	$< 2 \times 10^{-1}$
2	1RB-CR-R2	$(5.6 \pm 0.2) \times 10^1$	–	–	–
4	1RB-CR-R4	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^2$	–	–	–
5	1RB-CR-R5	–	$< 3 \times 10^{-1}$	–	$< 2 \times 10^{-1}$
6	1RB-CR-R6	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^2$	–	–	–
7	1RB-CR-R7	–	$< 4 \times 10^{-1}$	–	$< 3 \times 10^{-1}$
8	1RB-CR-R8	$(2.2 \pm 0.1) \times 10^2$	–	$< 5 \times 10^{-1}$	–
11	1RB-CR-R11	–	$< 9 \times 10^{-1}$	–	$(3.0 \pm 0.3) \times 10^{-1}$
12	1RB-CR-R12	$(4.3 \pm 0.1) \times 10^2$	–	–	–
13	1RB-CR-R13	$(4.5 \pm 0.1) \times 10^3$	–	$< 5 \times 10^0$	–
14	1RB-CR-R14	–	$< 7 \times 10^0$	–	$< 6 \times 10^0$

No.	試料名	放射能濃度(Bq/g)			
		³ H (約12年)	¹⁴ C (約5.7 × 10 ³ 年)	⁶³ Ni (約1.0 × 10 ² 年)	⁷⁹ Se (約6.5 × 10 ⁴ 年)
1	1RB-CR-R1	(7.5±0.2) × 10 ⁰	(4.4±0.9) × 10 ⁻¹	–	< 2 × 10 ⁻¹
5	1RB-CR-R5	(5.0±0.7) × 10 ⁻¹	(3.4±0.5) × 10 ⁻¹	–	< 2 × 10 ⁻¹
6	1RB-CR-R6	–	–	(2.3±0.1) × 10 ⁰	–
7	1RB-CR-R7	(2.8±0.2) × 10 ⁰	< 4 × 10 ⁻¹	–	< 3 × 10 ⁻¹
11	1RB-CR-R11	(4.0±0.1) × 10 ¹	(1.1±0.1) × 10 ¹	–	< 9 × 10 ⁻¹
13	1RB-CR-R13	–	–	(2.7±0.1) × 10 ¹	–
14	1RB-CR-R14	(4.6±0.3) × 10 ¹	(3.7±0.2) × 10 ¹	–	(6.5±1.4) × 10 ⁰

No.	試料名	放射能濃度 (Bq/g)				
		²³⁸ Pu (約88年)	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (約2.4 × 10 ⁴ 年 約6.6 × 10 ³ 年)	²⁴¹ Am (約4.3 × 10 ² 年)	²⁴⁴ Cm (約18年)	全α
2	1RB-CR-R2	–	–	–	–	< 6 × 10 ⁻²
4	1RB-CR-R4	–	–	–	–	< 7 × 10 ⁻²
6	1RB-CR-R6	–	–	–	–	< 5 × 10 ⁻²
8	1RB-CR-R8	–	–	–	–	(1.3±0.3) × 10 ⁻¹
12	1RB-CR-R12	–	–	–	–	< 2 × 10 ⁻¹
13	1RB-CR-R13	(6.0±1.1) × 10 ⁻¹	(1.6±0.6) × 10 ⁻¹	(1.6±0.4) × 10 ⁻¹	(1.6±0.4) × 10 ⁻¹	–



タービン建屋内スラッジの核種分析結果 ①

No.	試料名	放射能濃度(Bq/g)				
		⁶⁰ Co (約5.3年)	⁹⁴ Nb (約2.0 × 10 ⁴ 年)	¹³⁷ Cs (約30年)	¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)
1	1TB-MI-SL1	$(3.7 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 3 \times 10^0$	$(3.1 \pm 0.1) \times 10^6$	$< 2 \times 10^1$	$< 1 \times 10^1$
2	1TB-MI-SL2	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 2 \times 10^1$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^7$	$< 1 \times 10^2$	$< 5 \times 10^1$
3	1TB-MI-SL3	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 4 \times 10^0$	$(3.4 \pm 0.1) \times 10^6$	$< 4 \times 10^1$	$< 2 \times 10^1$
4	1TB-MI-SL4	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(9.8 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$

No.	試料名	放射能濃度(Bq/g)		
		⁶³ Ni (約1.0 × 10 ² 年)	⁹⁰ Sr (約29年)	¹²⁶ Sn (約1.0 × 10 ⁵ 年)
1	1TB-MI-SL1	$(4.7 \pm 0.1) \times 10^1$	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 3 \times 10^0$
2	1TB-MI-SL2	$(7.6 \pm 0.3) \times 10^1$	$(6.5 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 2 \times 10^1$
3	1TB-MI-SL3	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^2$	$(1.6 \pm 0.1) \times 10^6$	$< 5 \times 10^0$
4	1TB-MI-SL4	$(1.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 8 \times 10^{-2}$



タービン建屋内スラッジの核種分析結果 ②

No.	試料名	放射能濃度 (Bq/g)			
		^{238}Pu (約88年)	$^{239+240}\text{Pu}$ (約 2.4×10^4 年 約 6.6×10^3 年)	^{241}Am (約 4.3×10^2 年)	^{244}Cm (約18年)
1	1TB-MI-SL1	$(1.7 \pm 0.2) \times 10^0$	$(4.8 \pm 0.8) \times 10^{-1}$	$(1.2 \pm 0.2) \times 10^0$	$(2.8 \pm 0.3) \times 10^0$
2	1TB-MI-SL2	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 6 \times 10^{-1}$	$(1.7 \pm 0.4) \times 10^0$
3	1TB-MI-SL3	$< 2 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(2.6 \pm 0.7) \times 10^{-1}$
4	1TB-MI-SL4	$< 3 \times 10^{-3}$	$< 3 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$

多核種除去設備スラリーの核種分析結果 ①

試料名		放射能濃度 [Bq/cm ³]				
		⁵⁴ Mn (約312日)	⁶⁰ Co (約5.3年)	⁹⁴ Nb (約2.0 × 10 ⁴ 年)	¹²⁵ Sb (約2.8年)	¹³⁷ Cs (約30年)
1	AAL-S1-2	< 5 × 10 ³	(1.9 ± 0.4) × 10 ²	< 8 × 10 ¹	(5.1 ± 0.5) × 10 ³	< 3 × 10 ²
2	AAL-S1-3	< 7 × 10 ³	(1.9 ± 0.3) × 10 ²	< 7 × 10 ¹	(4.8 ± 0.4) × 10 ³	< 2 × 10 ²
3	AAL-S1-4	(2.4 ± 0.2) × 10 ³	(2.2 ± 0.1) × 10 ²	< 2 × 10 ⁻¹	(3.6 ± 0.3) × 10 ³	(2.1 ± 0.4) × 10 ¹
参考	AAL-S1-1 ^{※1}	(1.9 ± 0.2) × 10 ³	(3.9 ± 0.1) × 10 ²	< 2 × 10 ¹	(1.4 ± 0.1) × 10 ³	(9.4 ± 0.1) × 10 ²

試料名		放射能濃度 [Bq/cm ³]	
		¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)
1	AAL-S1-2	< 3 × 10 ²	< 3 × 10 ²
2	AAL-S1-3	< 2 × 10 ²	< 2 × 10 ²
3	AAL-S1-4	< 2 × 10 ⁰	< 2 × 10 ⁰
参考	AAL-S1-1 ^{※1}	< 4 × 10 ¹	< 3 × 10 ¹

放射能濃度は、減衰をH23.3.11に補正。
分析値の±の後の数値は、計数値誤差である。

- ⁶⁰Co, ¹²⁵Sb: 全ての試料で検出。
- ⁹⁴Nb, ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Eu: 全ての試料で不検出。

【参考】スラリー固体分あたりの放射能濃度

試料名		容量比 (%) *	放射能濃度 [Bq/cm ³]	
			⁶⁰ Co	¹²⁵ Sb
1	AAL-S1-2	10.9	1.7 × 10 ³	4.7 × 10 ⁴
2	AAL-S1-3	10.4	1.8 × 10 ³	4.6 × 10 ⁴
3	AAL-S1-4	6.8	3.2 × 10 ³	5.3 × 10 ⁴

* 元素分析の結果から、化合物を想定して比重を設定し、算出。

多核種除去設備スラリーの核種分析結果 ②

試料名		放射能濃度 [Bq/cm ³]				
		²³⁸ Pu (約88年)	²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am (約4.3 × 10 ² 年)	²⁴⁴ Cm (約18年)	⁹⁰ Sr (約29年)
1	AAL-S1-2	(3.6 ± 0.8) × 10 ⁻¹	(1.6 ± 0.6) × 10 ⁻¹	< 3 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹	(9.0 ± 0.2) × 10 ⁷
2	AAL-S1-3	< 9 × 10 ⁰	< 7 × 10 ⁰	< 4 × 10 ¹	< 8 × 10 ⁻¹	(8.0 ± 0.1) × 10 ⁷
3	AAL-S1-4	< 7 × 10 ⁰	< 4 × 10 ⁰	< 2 × 10 ⁰	< 2 × 10 ⁻¹	(5.7 ± 0.1) × 10 ⁷
参考	AAL-S1-1※ ¹	(2.1 ± 0.1) × 10 ⁻¹	(7.8 ± 0.6) × 10 ⁻²	(2.0 ± 0.4) × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻³	(7.2 ± 0.2) × 10 ⁶

- α線放出核種は既報のスラリーと同程度であった。
- ⁹⁰Srに関して、既報のスラリーに対して約10倍であった。

放射能濃度は、減衰をH23.3.11に補正。
分析値の±の後の数値は、計数値誤差である。

【参考】スラリー固体分あたりの放射能濃度

試料名		容量比 (%) *	放射能濃度 [Bq/cm ³]
			⁹⁰ Sr
1	AAL-S1-2	10.9	8.3 × 10 ⁸
2	AAL-S1-3	10.4	7.7 × 10 ⁸
3	AAL-S1-4	6.8	8.4 × 10 ⁸

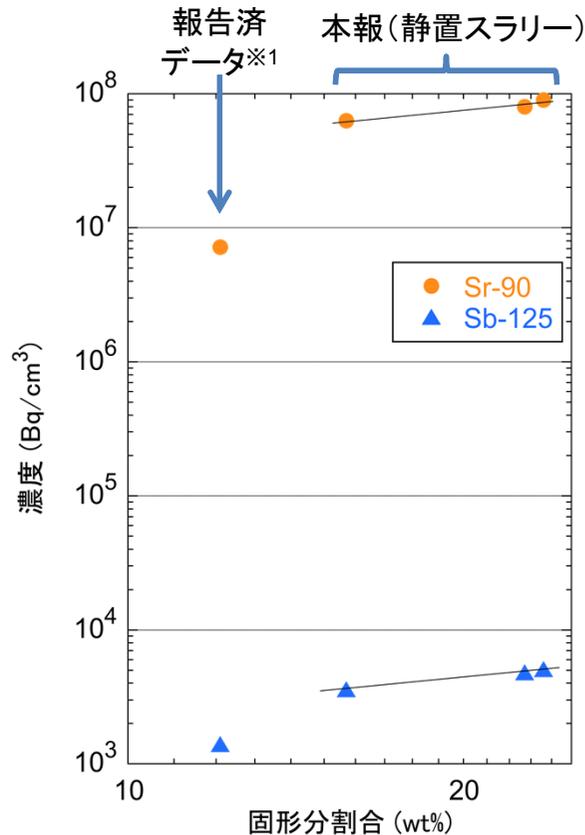
* 元素分析の結果から、化合物を想定して比重を設定し、算出。

多核種除去設備スラリーの元素分析結果

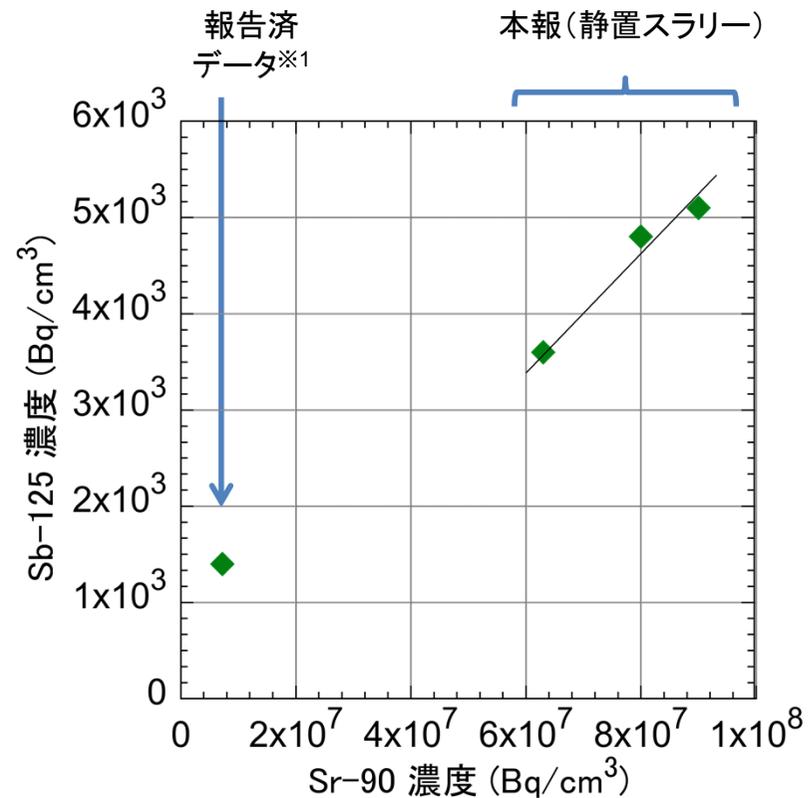
試料名		元素組成比 [wt%]				
		Na	Mg	Si	Ca	Sr
1	AAL-S1-2	1.6	19.3	1.1	18.1	0.28
2	AAL-S1-3	1.7	19.5	1.0	18.3	0.25
3	AAL-S1-4	2.3	18.2	0.9	17.5	0.18
参考	AAL-S1-1 ^{※1}	4.0	22.2	0.43	14.5	0.07

試料名		物質構成比 [wt%] (代表的な物質を想定)					合計
		Na ₂ CO ₃	Mg(OH) ₂	SiO ₂	CaCO ₃	SrCO ₃	
1	AAL-S1-2	3.7	46.3	2.4	45.3	0.47	98.2
2	AAL-S1-3	4.0	46.8	2.2	45.9	0.42	99.3
3	AAL-S1-4	5.3	43.6	1.8	43.8	0.30	94.8
参考	AAL-S1-1 ^{※1}	9.3	53.3	0.93	36.2	0.12	99.9

多核種除去設備スラリー中の核種濃度の 固形分割合依存性、核種間の相関



FP核種濃度の固形分割合に対する依存性



FP核種である Sr-90 と Sb-125 濃度の相関

固体廃棄物貯蔵庫第9棟の建設工程見直しについて

2016年9月29日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

【概要】

本工事は、埋設物の撤去・移設工事の追加及び土工事の作業効率低下等により、工程遅延が発生したことから工程の見直しを行うものです。

【当初工程】 平成26年12月 ～ 竣工：平成29年2月※

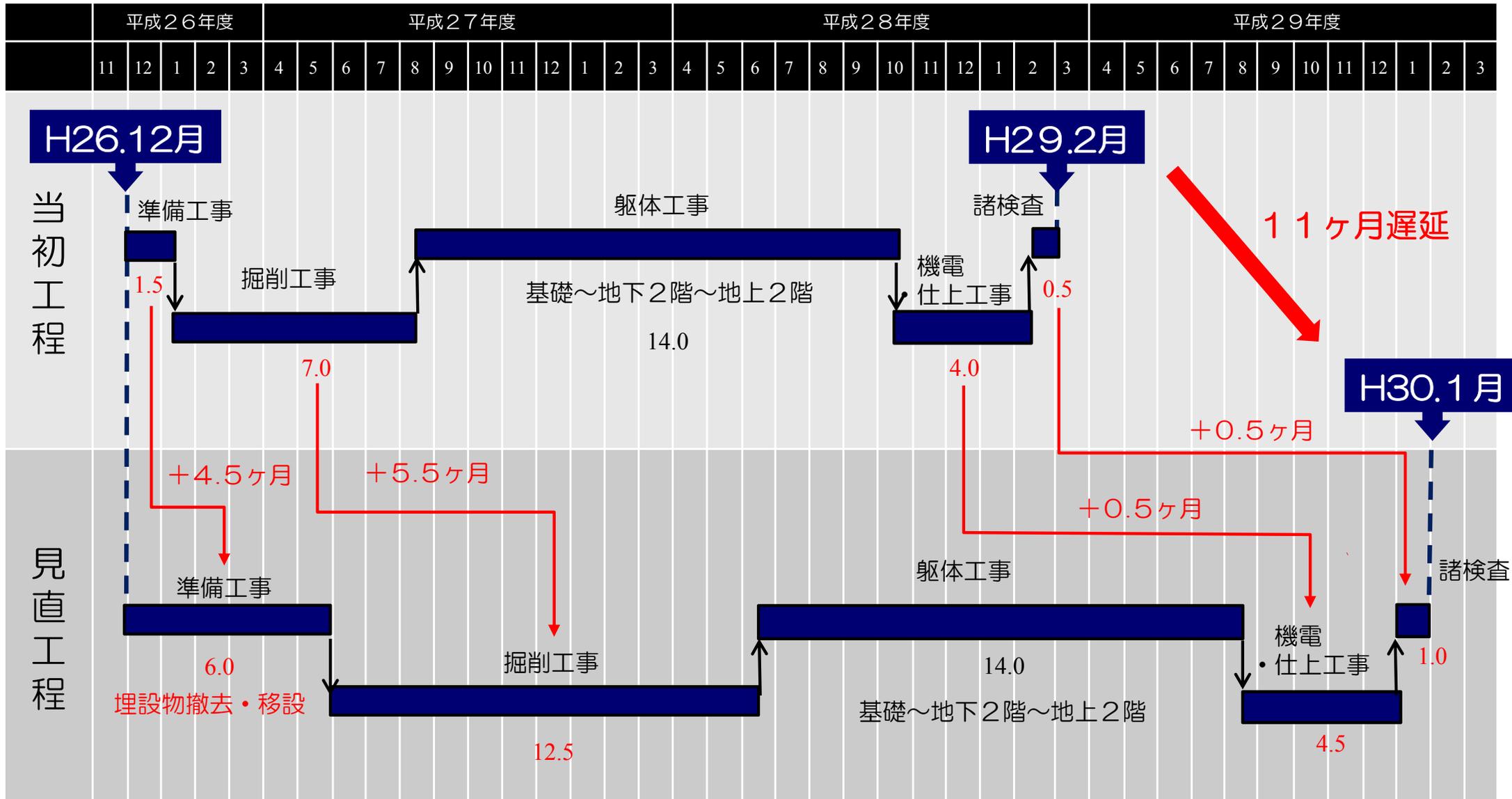
※ 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議記載工程

【見直工程】 平成26年12月 ～ 竣工：平成30年1月 竣工11ヵ月遅れ

【補足説明】

- ・ロードマップ（平成27年6月12日）の「固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設置（2017年度内）」には、変更はありません。

2. 当初工程と見直し工程の比較



3. 工程遅延の主な理由

① 埋設配管の撤去・移設

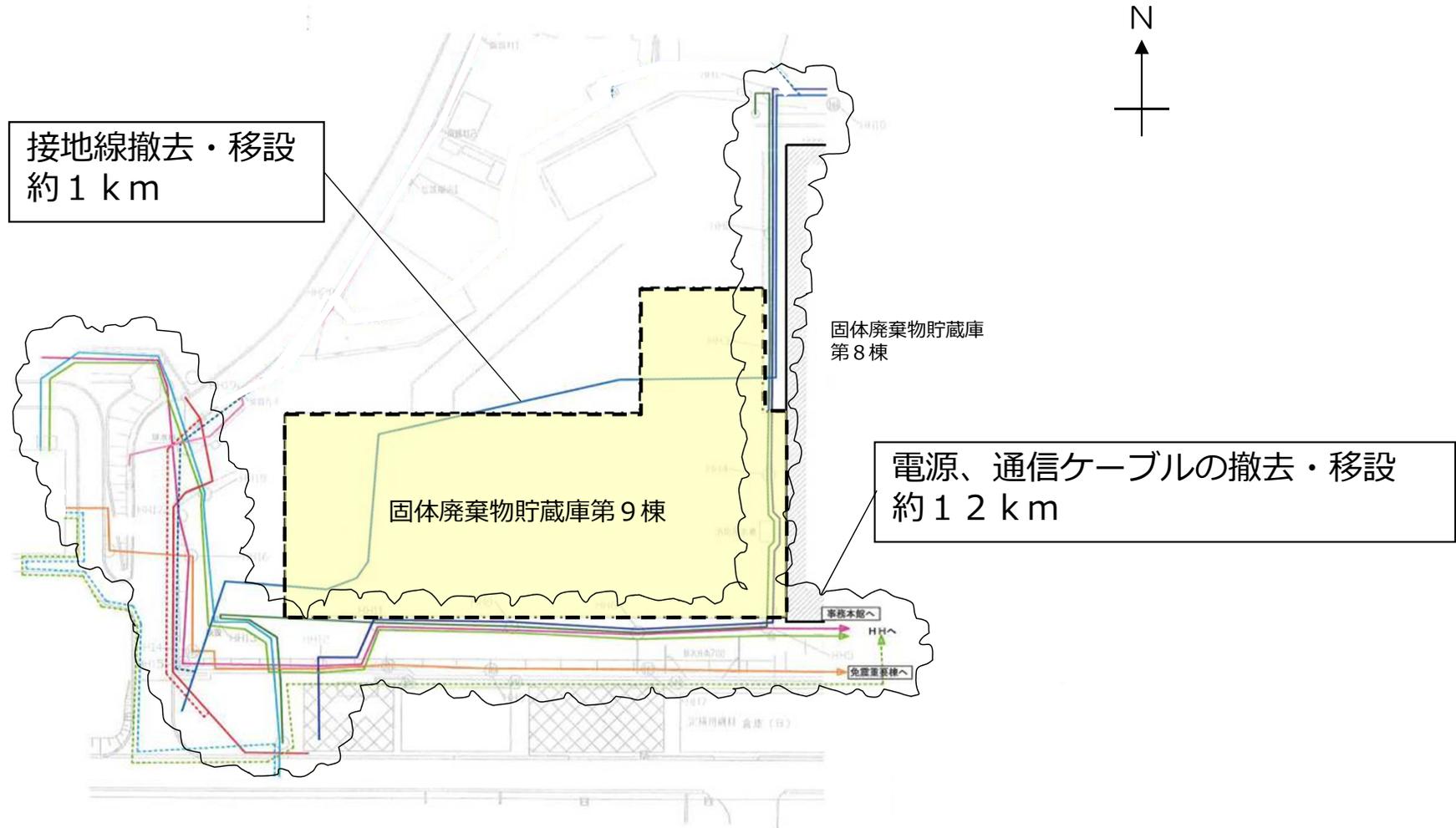
地中埋設物が試掘により発見され、地中配管やケーブル類の撤去・移設工事が追加となった。

② 掘削工事の作業効率低下

掘削土約10万m³を新規造成エリアで利用する計画としていたが、固体廃棄物貯蔵庫第9棟の掘削開始時には新規造成に着手できなかったため、既設土捨て場に分散して処理する計画に変更したことから、作業効率が低下して工程が遅延した。

No	工事項目	主な遅延作業の状況	遅延期間
1	埋設配管撤去・移設	・電源・通信ケーブル等の撤去、移設 延べ長さ約1.3km	4.5ヵ月
2	掘削工事	・残土処分の作業効率が施工計画に対して半減 ・地中障害物（コンクリート塊）の発生による撤去作業 ・降雨によるぬかるみ対策として重機走路の地盤改良	5.5ヵ月
3	仕上・完了検査	・補修塗装工程の追加 ・完了検査が年始となることによる見直し	1.0ヵ月
合計			11.0ヵ月

埋設配管やケーブル等が建屋周辺に近接していることが、試掘により判明したため
工事と干渉する範囲の撤去・移設を実施



【参考2】土捨て場の計画見直し

既設土捨て場は、ヤード整備や、残土の積み上げ作業が必要となり作業効率が低下

