

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	3月		4月				5月			6月		7月	備考		
				27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	上	中		下	
保管管理計画	3. 瓦礫等の管理・発電所全体から新たに放出される放射性物質等による敷地境界線量低減	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 一時保管エリアの保管量確認/線量率測定および集計 ガレキ等の将来的な保管方法の検討 線量低減対策検討 ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 伐採木一時保管槽への受入(枝葉) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 一時保管エリアの保管量確認/線量率測定および集計 ガレキ等の将来的な保管方法の検討 線量低減対策検討 ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 伐採木一時保管槽への受入(枝葉) 	検討・設計	一時保管エリアの保管量、線量率集計						一時保管エリアの保管量、線量率集計								
			現場作業	ガレキ等の将来的な保管方法の検討														
			現場作業	線量低減対策検討														
保管管理計画	4. 水処理二次廃棄物の長期保管等のための検討	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】スラリー安定化装置の選定要件整理・適用試験(コールド) 【研究開発】セシウム吸着塔の長期保管 <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】スラリー安定化装置の選定要件整理・適用試験(コールド) 【研究開発】セシウム吸着塔の長期保管 	検討・設計	安定化装置の選定要件整理														
			現場作業	安定化装置の評価														
			現場作業	現場導入に向けた運用面等の検討														
処理・処分計画	5. 固体廃棄物の性状把握	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査 【研究開発】固体廃棄物のサンプリング・分析 【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海等) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査 【研究開発】固体廃棄物のサンプリング・分析 【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海等) 	検討・設計	【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査														
			現場作業	中長期計画策定を踏まえた次年度分析計画の検討														
			現場作業	【研究開発】固体廃棄物のサンプリング・分析														
処理・処分計画	6. JAEA分析・研究施設の整備(施設管理棟、第1棟、第2棟)	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本協力覚書の締結(JAEA-東電) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地除染・伐採作業 	検討・設計	新規追加														
			現場作業	認可申請準備(第1棟)														
			現場作業	敷地内除染・伐採作業														

・伐採木一時保管槽(2槽)蓋締施工完了:2016年6月予定
・6~9月保管槽へのチップ受入中断

最新工程反映
実規模加熱検証試験に伴う設備改造

・高線量試料は、HICのたまり水調査時(一定期間放置後)に採取したものの

瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の管理状況(2016.3.31 時点)

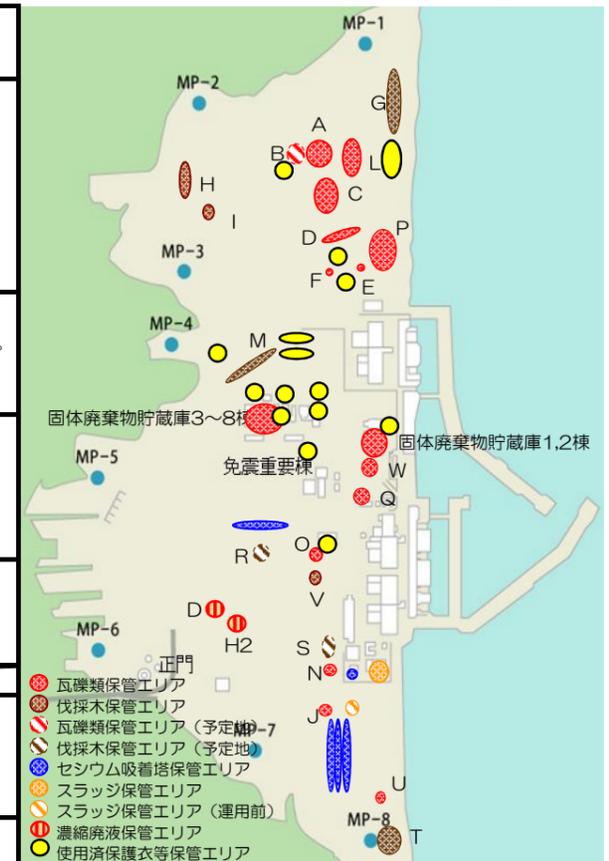
分類	保管場所	保管方法	エリア境界 空間線量率 (mSv/h)	保管量※1	前回報告比※2 (2016.2.29)	変動※3 理由	エリア 占有率	保管量/保管容量 (割合)	トピックス		
瓦礫類	屋外集積 (0.1mSv/h以下)	C	屋外集積	0.01未満	55,700 m ³	-3,300 m ³	①②③④⑤⑥	88%	121700 / 177900 (68%)	<ul style="list-style-type: none"> エリアCの破碎コンクリートの再利用実施。 可燃物集積 エリアJはコンクリート・金属の一時保管から、可燃物（容器収納）の一時保管に運用変更。（2015年9月8日～） β汚染土 タンク漏えい等で発生した主にβ核種で汚染した土については、エリアNでの一時保管を開始。（2015年7月15日～） 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3月末時点で157基（コンテナ）保管。 	
		F	屋外集積	0.01	5,600 m ³	0 m ³	—	75%			
		J	屋外集積	0.02	3,600 m ³	+200 m ³	⑦	76%			
		N	屋外集積	0.01	4,200 m ³	0 m ³	—	42%			
		O	屋外集積	0.01	26,200 m ³	0 m ³	—	95%			
		P	屋外集積	0.01	25,700 m ³	+2,000 m ³	②⑦	40%			
	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%	33100 / 57300 (58%)	<ul style="list-style-type: none"> エリアE エリアE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。 エリアP2 瓦礫類受入開始（2015年12月15日～） 	
		E	シート養生	0.02	6,300 m ³	-800 m ³	⑥	39%			
		P	シート養生	0.01	3,200 m ³	+100 m ³	⑥	35%			
		W	シート養生	0.02	21,000 m ³	0 m ³	—	72%			
	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%)	<ul style="list-style-type: none"> 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	0.35	1,700 m ³	微増	—	25%			
		E	容器※4	0.02	300 m ³	微増	—	18%			
		F	容器	0.01	600 m ³	0 m ³	—	99%			
	固体廃棄物貯蔵庫	固体廃棄物貯蔵庫	容器※4	0.03	6,800 m ³	+200 m ³	④⑦⑧	56%	6800 / 12000 (57%)	<ul style="list-style-type: none"> 主な瓦礫類は、3号機建屋で発生した高線量瓦礫類。 第9棟設置に伴う実施計画変更認可。（2015年7月17日） 	
											合計（ガレキ）
	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%	64300 / 81500 (79%)	<ul style="list-style-type: none"> 工事に発生した幹・根を随時受入中。 チップ化処理の作業中（エリアVの枝葉）。 終了後、エリアGにて保管予定。
			I	屋外集積	0.01	10,500 m ³	0 m ³	—	100%		
			M	屋外集積	0.01未満	39,100 m ³	微増	—	87%		
			V	屋外集積	0.03	0 m ³	-2,400 m ³	⑨	0%		
		一時保管槽 (枝・葉)	G	伐採木一時保管槽	0.01未満	7,300 m ³	0 m ³	—	56%	18400 / 24900 (74%)	<ul style="list-style-type: none"> エリアGにおいて、伐採木一時保管槽を増設中。
T	伐採木一時保管槽		0.01	11,100 m ³	0 m ³	—	94%				
合計（伐採木）				82,800 m ³	-2,300 m ³	—	78%				
保護衣	屋外集積	容器	0.02	70,300 m ³	— m ³	— m ³	—	94%	70300 / 74500 (94%)	<ul style="list-style-type: none"> 雑固体焼却施設の運用開始（2016年3月18日） 使用済保護衣等焼却量 96t（2016年3月末現在） 焼却灰のドラム缶数 0本（3月末累積） （発生した焼却灰の量が少ない為、灰投入ホッパーに貯留中） 	
											合計（使用済保護衣等）

※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フェーシング工事 ②タンク設置関連工事 ③陸側遮水壁設置工事 ④1~4号建屋周辺瓦礫撤去関連工事 ⑤破碎コンクリートの再利用 ⑥エリア整理 ⑦焼却対象物の受入
⑧水処理二次廃棄物（小型フィルタ等）の保管 ⑨チップ化処理のため枝葉の取出 等

※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(2016.4.21時点)

分類	保管場所	種類	保管量	前回報告比 (2016.3.24)	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ベッセル	726 本	+20 本	3126 / 6239 (50%)	<ul style="list-style-type: none"> 吸着塔一時保管施設の増容量が認可（2015年12月14日） 使用前検査終了（2016年3月28日）に伴う保管容量増（第三施設ボックスカルバート64塔分、第一施設架台108塔分） 	
		第二セシウム吸着装置使用済ベッセル	162 本	+2 本			
		多核種除去設備等保管容器	既設	1,140 基			+5 基
			増設	838 基			+14 基
		高性能多核種除去設備使用済ベッセル	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ベッセル及びフィルタ類		178 本	+5 本				
廃スラッジ 貯蔵施設	廃スラッジ		597 m ³	0 m ³	597 / 700 (85%)	<ul style="list-style-type: none"> 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	9,138 m ³	+41 m ³	9138 / 11100 (82%)	<ul style="list-style-type: none"> 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） H2エリア（9,700m³）の撤去計画が認可。（2015年10月1日） これまで、8,900m³を供用廃止。 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100m³） 	



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)

スラリー安定化技術の選定要件整理および 適用性試験結果について

平成28年4月28日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構／株式会社アトックス

本資料には、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)」成果の一部が含まれている。

スラリー安定化の目的

水処理設備で油分、セシウム、ストロンチウムを低減した汚染水

多核種除去設備 (ALPS)

前処理設備

鉄共沈
処理設備

炭酸塩共沈
処理設備

吸着塔

62種類の放射性物質
を除去した処理済水
(タンク等へ貯蔵)

スラリー

現状

一時保管施設
へ移送・貯蔵

高性能容器 (HIC)

スラリーは含水率が高く液体状のため、漏えいするポテンシャルがある

長期安定保管のため、脱水して含水率を下げることでより固体状にする

スラリーの特徴

既設ALPS前処理スラリー分析結果の例
 (炭酸塩スラリー[サンプル名:AL-S2-1]の結果)

項目	特徴	
物性	含水率	86.3 %
	pH	11.2
	成分	CaCO ₃ とMg(OH) ₂ で、固形分の約9割を占める
粒度	平均径: 3.62μm	
放射能濃度 [Bq/cm ³]	⁹⁰ Sr: 1.3 × 10 ⁷ ¹³⁷ Cs: 2.7 × 10 ² ⁶⁰ Co: 1.4 × 10 ²	

平成28年1月28日「汚染水処理二次廃棄物の放射能評価のための多核種除去設備スラリー試料の分析」(IRID/JAEA)より抜粋



↑
 実機と同様の手順で作製した
 模擬スラリー(非放射性)

- 高含水率である
 (液体の割合が高い)
- アルカリ性である
- 粒径が小さい
- 粘性が高い
- ⁹⁰Srが支配的である

安定化技術選定の際に考慮すべき要件

スラリーの特徴を踏まえ、技術選定の際に考慮すべき要件を整理した。

項目	考慮すべき要件
処理能力	○HICスラリーの発生量(2基/日程度)を上回る処理能力を持つこと
処理実績	○一般産業界において脱水処理の実績を有すること
処理物性状	○高粘性流体を処理できること ○耐アルカリ性、耐腐食性を有する材質とすること
脱水性能	○小粒径(3 μ m程度)でも脱水処理が可能なこと ○脱水物は固体状とし、水の漏出がないこと ○脱水後の分離水中の懸濁物質量(SS濃度)を10mg/L未満にできること(分離水はALPSでの再処理を想定)
被ばく低減 飛散防止	○遠隔による自動、連続運転が可能なこと ○覆い等により飛散防止を図ることができること
二次廃棄物の発生	○二次廃棄物発生量を極力抑える構造、材質とすること

安定化技術選定

机上検討

分離技術の中から水分除去技術をピックアップし、「処理能力」及び「処理実績」に着目して机上検討実施

技術名※	検討結果	選定
乾燥 (蒸発)	大型処理装置の実績あり	○
蒸留	脱水としては実績が無い	×
ろ過 圧搾	大型処理装置の実績あり	○
沈降/浮上 分離	処理時間や広大なスペースが必要	×
遠心分離	遠心力に依存するため確認が必要	△
膜分離 (クロスフロー)	クロスフロー処理済スラリーの繰り返し処理は時間を要するため不適	×

※「化学工学便覧」(化学工学会)より抜粋

模擬スラリーによる適用性試験結果を踏まえた検討

選定工法	適用性検討結果
乾燥	脱水性能良好(含水率5%未満) 縦型/横型ドラム式では加熱面に脱水物が固着し自動排出が困難となったが、円盤加熱式では自動連続運転が可能
ろ過	脱水性能良好(含水率40~50%) 加圧圧搾ろ過式により含水率低減
遠心分離	脱水性能が不十分であり適用が困難

技術選定



乾燥(円盤加熱式)



ろ過(加圧圧搾ろ過式)

選定要件に基づき選定した技術の原理・特徴

選定技術	処理装置例	原理・特徴
<p>円盤加熱式</p>	<p>「CDドライヤ」による処理</p>	<p><原理></p> <ul style="list-style-type: none"> ○加熱した円盤面にスラリーを塗布し、円盤を回転させ、固定式スクレーパで円盤表面の脱水物を剥離し自動排出 ○分離水は蒸気として排出 <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒径に関係なく処理可能 ・塗布にあたって粘度調整が必要
<p>加圧圧搾ろ過式</p>	<p>「フィルタプレス」による処理</p>	<p><原理></p> <ul style="list-style-type: none"> ○加圧しながらスラリーをろ過したのち、さらに圧搾を行う。脱水物は装置下部から自動排出 ○分離水はろ布洗浄水とともに回収 <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚泥処理において多数実績あり ・大量処理が可能

選定した技術により得られた脱水物

円盤加熱乾燥



鉄共沈



炭酸塩

含水率: 5%未満

- 粉末状
- 加熱条件の設定で含水率を調整可能(1%未満~20%程度)
- 含水率1%未満となると飛散しやすくなる
- スラリー中の塩分は乾燥過程で脱水物側に残存

加圧圧搾ろ過



フィルタプレス機残渣: 炭酸塩

鉄共沈



フィルタプレス機残渣: 鉄共沈

炭酸塩

含水率: 50%程度

- 固形(板)状
- 含水率50%程度であるが、液等の浸み出しは無い
- スラリー中の塩分は大部分が分離水側に排出



選定要件に基づいた技術の評価(1/2)

選定要件のうち、「処理実績」を除いた選定要件に対する評価を実施

項目	考慮すべき要件	評価結果	
		円盤加熱乾燥	加圧ろ過圧搾
処理能力	○HICスラリーの発生量(2基/日程度)を上回る処理能力を持つこと	○ディスク枚数を増やすことで対応可能	○装置台数を増やすことで対応可能
処理物性状	○高粘性流体を処理できること ○耐アルカリ性、耐腐食性を有する材質とすること	○スラリー粘度を500mPa・s未満に調整することで処理可能 ○模擬スラリーによる適用性試験結果より材質は問題なし	○粘度に関係なく処理可能 ○模擬スラリーによる適用性試験結果より、材質は問題なし
脱水性能	○小粒径(3μm程度)でも脱水処理が可能なこと ○脱水物は固体状とし水の漏出がないこと ○脱水後の分離水中の懸濁物質量(SS濃度)を10mg/L未満にできること (分離水はALPSでの再処理を想定)	○粒径に関係なく含水率5%未満まで脱水可能 ○脱水物からの水の漏出は無い ○分離水側SS濃度は10mg/L未満と低い	○含水率40~50%程度まで脱水可能 ○脱水物からの水の漏出は無い ○分離水SS濃度が高いが、循環処理によって低減可能

選定要件に基づいた技術の評価(2/2)

項目	考慮すべき要件	評価結果	
		円盤加熱乾燥	加圧圧搾ろ過
被ばく低減 飛散防止	<ul style="list-style-type: none"> ○遠隔による自動、連続運転が可能なこと ○覆い等により飛散防止を図ることができること 	<ul style="list-style-type: none"> ○遠隔による自動・連続運転が可能 ○蒸気側へ粉末状脱水物が移行するが、フィルタ等による飛散防止が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○遠隔による自動・連続運転が可能 ○装置全体が開放系構造であるが、装置全体を囲いで覆うことで飛散防止が可能
二次廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ○二次廃棄物(消耗品・分離水)発生量を極力抑える構造、材質とすること 	<ul style="list-style-type: none"> ○スクレーパ交換(1回/約2年)により使用済スクレーパが発生 ○蒸気となった分離水を復水し装置内部洗浄水としての再利用可能性を検討すること等により発生量低減を図る 	<ul style="list-style-type: none"> ○ろ布交換(1回/年)により使用済ろ布が発生 ○スラリーと同量程度のろ布洗浄水が発生するが、同じろ布洗浄水への再利用可能性を検討すること等により発生量低減を図る

まとめ及び今後の計画

<まとめ>

- 多核種除去設備から発生する液体状のスラリーを安定化する技術として「円盤加熱乾燥」および「加圧圧搾ろ過」を選定し、模擬スラリーを用いた試験により固体状の脱水物を得ることができた。

<今後の計画>

- 今回実施した安定化技術の評価結果を踏まえ、現場導入に向けた運用面等の検討を行う。
- 今回の試験で得られた脱水物について、長期保管を想定して脱水物の熱影響や吸湿による水溶液化の有無、脱水物の動きやすさ(流動性)等について評価を行い、保管容器の要件検討を行う。
- これらの結果に基づいて安定化処理装置を選定し、概念的な設計を実施する。

遠心分離(連続式 or バッチ式)

<選定基準>

- ①密閉性,②自動排出,
- ③作業者被ばく低減

上記基準を満たす遠心分離工法として
連続式(デカンタ式)を選定

脱水・分離
(遠心加速度2,500G)

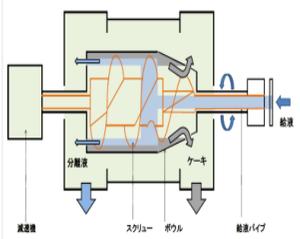
分離水

脱水物

スラリー混入

脱水が不十分
(上澄み水が残存)

表1 前年度における遠心分離工法検討結果

処理装置	処理試験結果
<p>密閉性及び処理物の自動排出が可能なデカンタ式遠心分離機を採用</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>実規模試験装置 デカンタ式遠心分離機原理図</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄共沈スラリー: 約70~75%  <ul style="list-style-type: none"> ・炭酸塩スラリー: 約60~85%  <ul style="list-style-type: none"> ・分離水の中にスラリーが混入

【今年度の検討事項】

処理時間及び遠心加速度増加による
固液分離性能の向上

模擬スラリーを用いた検討

<分離性能の向上>

単体量当りの処理時間増加

遠心加速度増加

装置構造上、処理時間に上限有り

実規模装置の上限は3,000G
3,000Gでの試験でも分離性能に
変化なし(表2)

実規模装置の適用は困難

実スラリーの粒径は模擬スラリーの1/10程度

処理時間又は遠心加速度が100倍必要だが、
対応可能な実規模装置がない

遠心分離工法による処理は困難と判断

表2 今年度遠心分離試験結果

試験結果	
長時間処理を行っても、 分離性能に顕著な改善は 確認できなかった。	遠心加速度の増加による 分離性能に変化は無し。
<p>3,000G 30分 3,000G 1分</p>	<p>2,500G 3,000G</p>



IRID

福島第一原子力発電所構内で 採取した瓦礫の分析

平成28年4月28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。

- 原子炉建屋の解体廃棄物は発生量(体積、質量)と放射能の観点で重要であり、早期にインベントリを評価することが望まれる。このために、建屋の内部で得られる試料は、汚染状態を把握する上で優先度が高い。
- これまで発電所構内で採取した汚染水、瓦礫、伐採木などの分析を実施してきたが、今回、原子炉建屋内で採取された瓦礫(建屋内瓦礫)及び覆土式一時保管施設で採取された瓦礫(覆土瓦礫)を採取して分析し、結果が得られたことから報告する。
- また、1号機タービン建屋滞留水処理に関する現場調査において、同タービン建屋地下階の床で砂試料が採取された。当該エリアの放射性核種組成を被ばく管理と廃棄物管理の観点から把握するために、砂試料を純水浸漬/硝酸溶出した溶液を分析し、結果が得られたことから報告する。

廃棄物試料の分析状況

年度	試料	試料数	発表等
23-26	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 集中RW地下高汚染水 淡水化装置濃縮水 高温焼却炉建屋地下滞留水 処理後水(セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置) 	25	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
	建屋内瓦礫 ボーリングコア <ul style="list-style-type: none"> 1号機・3号機原子炉建屋1階瓦礫 2号機原子炉建屋5階(床)ボーリングコア 1号機原子炉建屋1階(床、壁)ボーリングコア 2号機原子炉建屋1階(床)ボーリングコア 	13	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/osensuitaisakuteam/2015/pdf/1001_3_4d.pdf
	瓦礫 伐採木 <ul style="list-style-type: none"> 1、3、4号機周辺瓦礫 伐採木(枝、葉)、3号機周辺 生木(枝) 	24	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01tt.pdf
	立木 落葉、土壌 <ul style="list-style-type: none"> 構内各所の立木(枝葉)及びそれに対応する落葉、土壌 	121	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
27	水処理設備 出入口水 <ul style="list-style-type: none"> 集中RW地下高汚染水、高温焼却炉建屋地下滞留水 処理後水(セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置、多核種除去設備) 	26	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0730_3_4c.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0331_3_4f.pdf
	スラリー <ul style="list-style-type: none"> 多核種除去設備スラリー(既設) 	2	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0827_3_4c.pdf
	瓦礫 <ul style="list-style-type: none"> 1、2、3号機原子炉建屋内瓦礫 	3	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/1001_3_4d.pdf
	瓦礫 <ul style="list-style-type: none"> 1、2、3号機原子炉建屋内瓦礫 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 	30	今回報告
	スラリー <ul style="list-style-type: none"> 多核種除去設備スラリー(既設、増設) 	2	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0128_3_4d.pdf

建屋内瓦礫、覆土瓦礫の分析

- 建屋内瓦礫(コンクリート、保温材、デッキプレート、ボーリングコア(表面塗膜))、覆土瓦礫を採取し、放射能を分析した。
- 以下の核種を対象として分析した*。
 - γ 核種: ^{60}Co , ^{94}Nb , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu
 - β 核種: ^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{79}Se , ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{129}I
 - α 核種: ^{233}U , ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U , ^{237}Np , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{242}Pu ,
 ^{241}Am , ^{243}Am , ^{244}Cm , 全 α
- 取得した放射能データは、次の方法で整理。
 - 検出核種の放射能濃度
 - 核種濃度の分布

試料の採取(建屋内瓦礫)

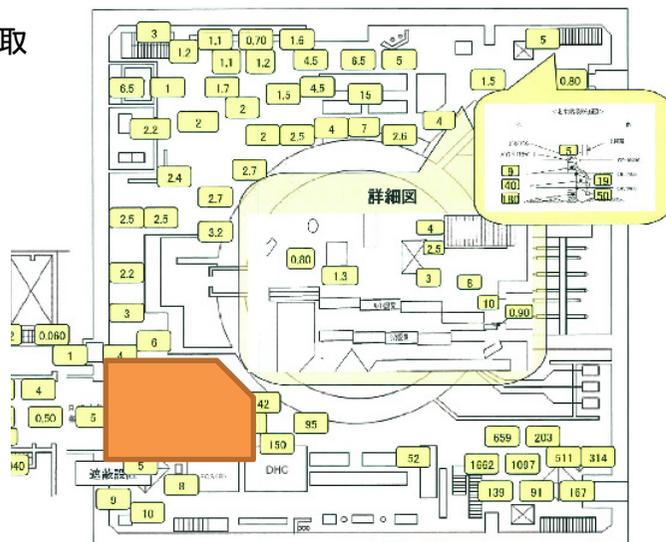
■ コンクリート片・保温材

場所: 1号機 1階(平成25年10月): 1RB-AS-R2,R5,R7,R8,R9,R11

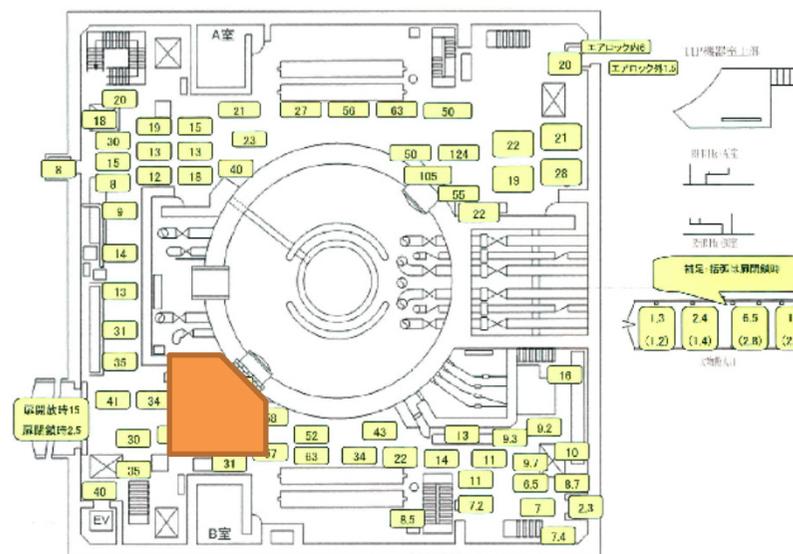
3号機 1階(平成26年3月): 3RB-AS-R1,R2,R5,R7,R9,R10,R11

方法: 遠隔重機「ASTACO-SoRa」を用いた障害物撤去作業において回収された瓦礫から、建屋搬出時に握り拳程度の大きさのものを採取し、その一部を分析用に輸送。

 : 試料採取箇所



1号機原子炉建屋1階



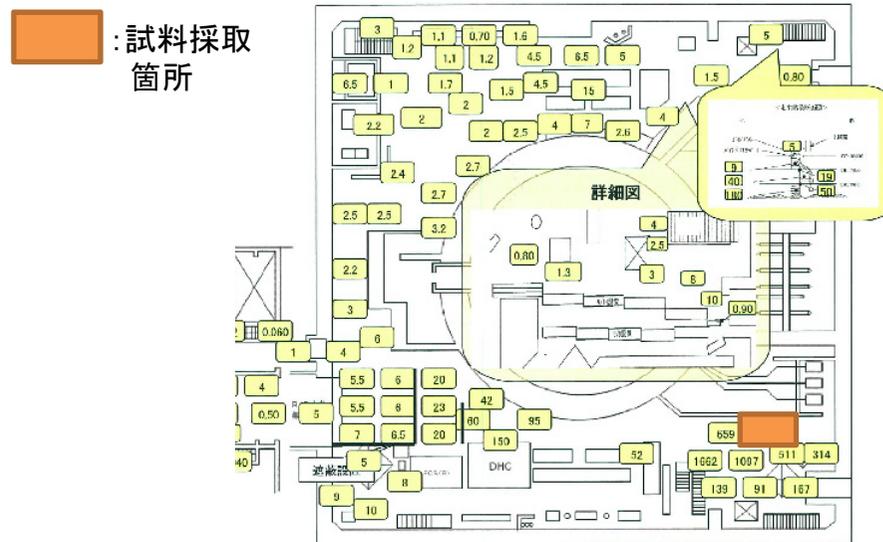
3号機原子炉建屋1階

試料の採取(建屋内瓦礫)

■ ボーリングコア

場所: 1号機1階(平成26年2月): 1RB-DE-C1

方法: 「建屋内の遠隔除染技術の開発」において、採取されたボーリングコア試料(直径約40 mm)から表面塗膜※を採取し、分析用に輸送。



1号機原子炉建屋1階

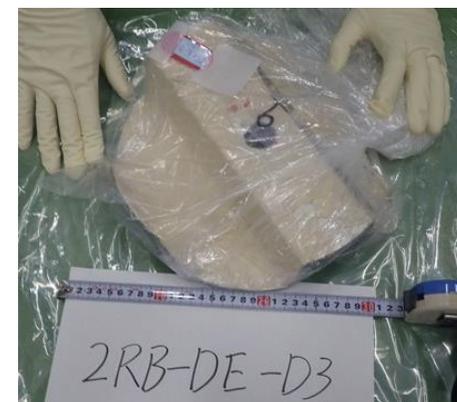
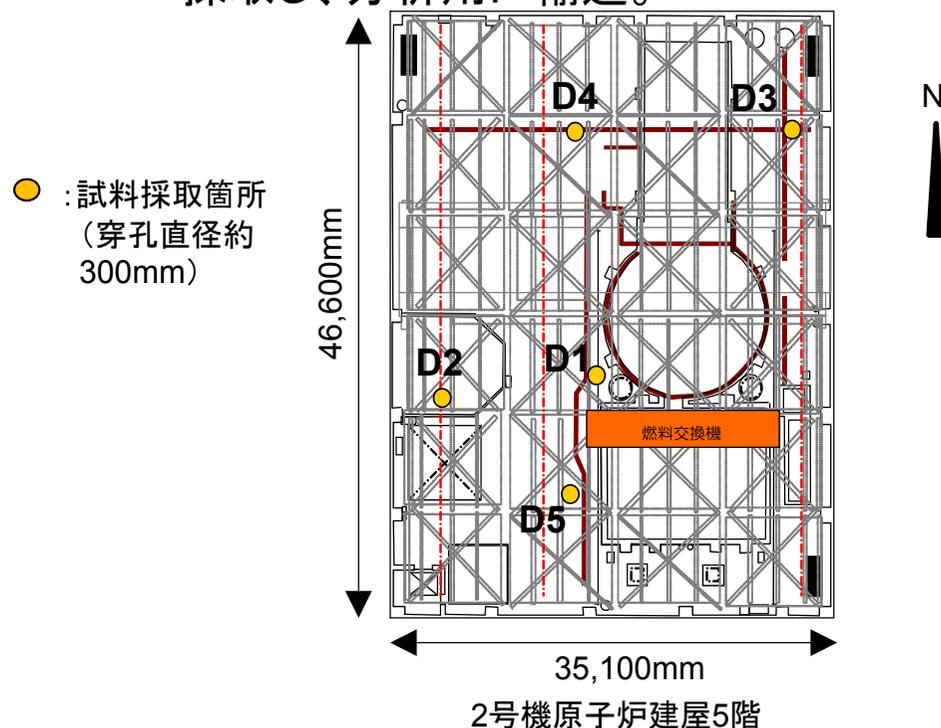
※ 過去のボーリングコア測定の見解に基づき、汚染度合いが高い表面塗膜のみを採取・分析。

試料の採取(建屋内瓦礫)

■ デッキプレート

場所: 2号機5階(平成26年1月,2月): 2RB-DE-D1, D2, D3, D4, D5

方法: 「建屋内の遠隔除染技術の開発」において、建屋屋上から5か所を穿孔した際に回収した天井部のデッキプレートから、それぞれ約30mm角の切断片5枚を採取し、分析用に輸送。



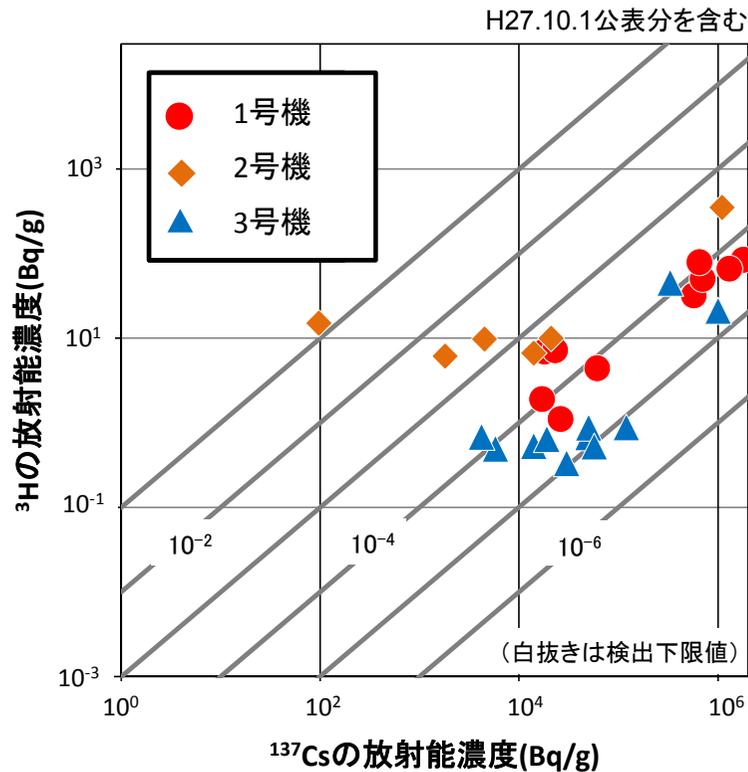
試料 2RB-DE-D3 の外観
(約30mm角の切断片5枚の採取前)

引用資料: http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01hh.pdf

試料の性状(建屋内瓦礫)

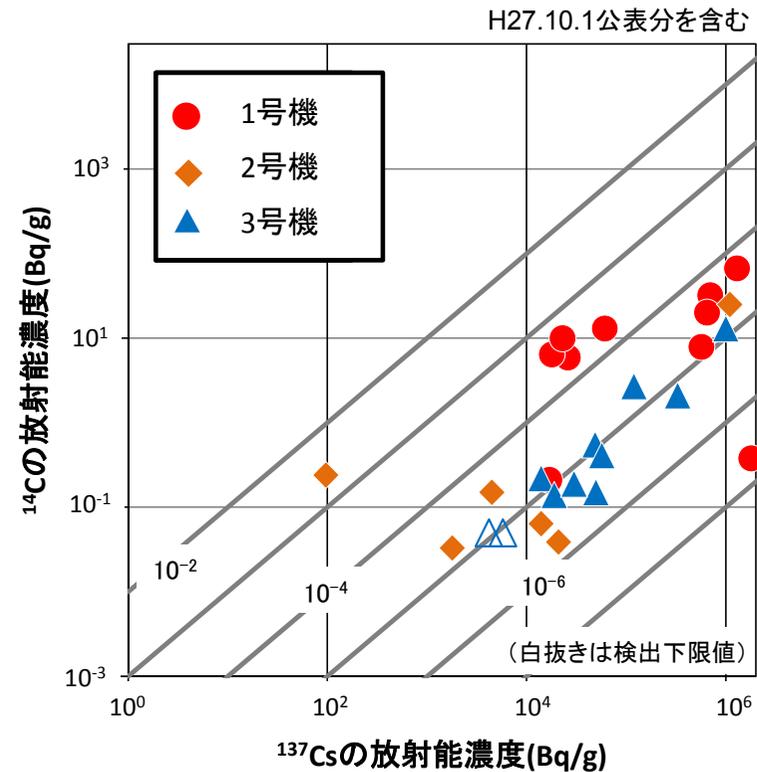
No.	形状等	試料名	場所	表面線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	質量 ^{※1} (g)	面積 (cm^2)
1	コンクリート	1RB-AS-R2	1号機原子炉建屋1階	32	4	—
2	表面塗膜	1RB-AS-R5	1号機原子炉建屋1階	1500	17	—
3	保温材	1RB-AS-R7	1号機原子炉建屋1階	800	11	—
4	保温材	1RB-AS-R8	1号機原子炉建屋1階	750	23	—
5	コンクリート	1RB-AS-R9	1号機原子炉建屋1階	52	5	—
6	保温材	1RB-AS-R11	1号機原子炉建屋1階	870	24	—
7	コア表面塗膜	1RB-DE-C1	1号機原子炉建屋1階	14	10	12.56 ^{※3}
8	デッキプレート	2RB-DE-D1	2号機原子炉建屋5階	11 ^{※2}	59 ^{※2}	—
9	デッキプレート	2RB-DE-D2	2号機原子炉建屋5階	3.6 ^{※2}	58 ^{※2}	—
10	デッキプレート	2RB-DE-D3	2号機原子炉建屋5階	26 ^{※2}	57 ^{※2}	—
11	デッキプレート	2RB-DE-D4	2号機原子炉建屋5階	3.0 ^{※2}	59 ^{※2}	—
12	デッキプレート	2RB-DE-D5	2号機原子炉建屋5階	18 ^{※2}	57 ^{※2}	—
13	コンクリート	3RB-AS-R1	3号機原子炉建屋1階	22	25	—
14	コンクリート	3RB-AS-R2	3号機原子炉建屋1階	57	17	—
15	コンクリート	3RB-AS-R5	3号機原子炉建屋1階	25	24	—
16	コンクリート	3RB-AS-R7	3号機原子炉建屋1階	31	9	—
17	コンクリート	3RB-AS-R9	3号機原子炉建屋1階	530	23	—
18	コンクリート	3RB-AS-R10	3号機原子炉建屋1階	30	15	—
19	保温材	3RB-AS-R11	3号機原子炉建屋1階	1200	21	—

建屋内瓦礫の³H, ¹⁴Cと¹³⁷Cs濃度の関係



➤ 1,3号機では比例関係が見られる。

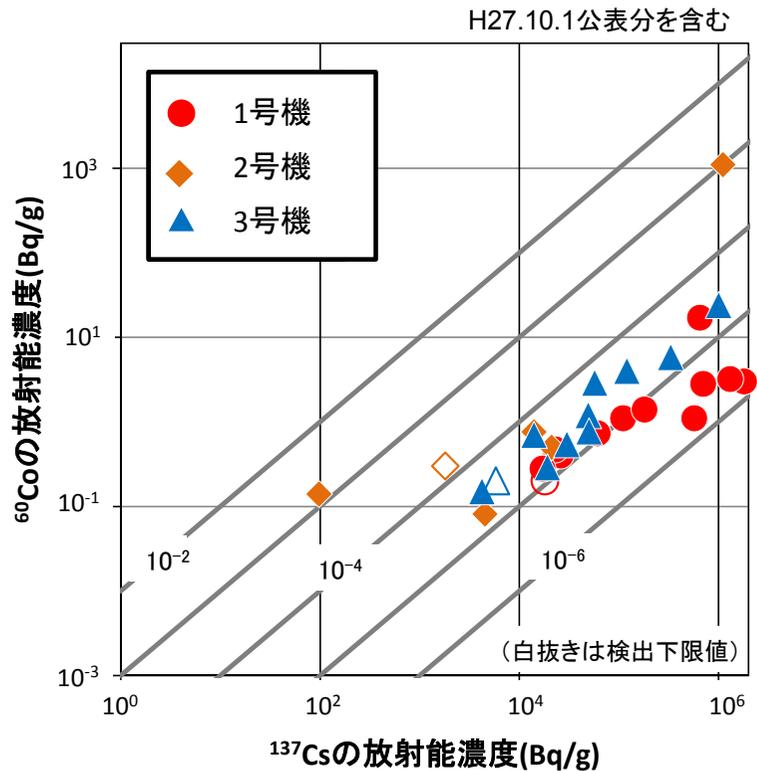
³ H/ ¹³⁷ Cs比	
分析濃度※1	燃料放射能比※2
1.1×10^{-4}	4.8×10^{-3}



➤ 3号機では比例関係が見られる。

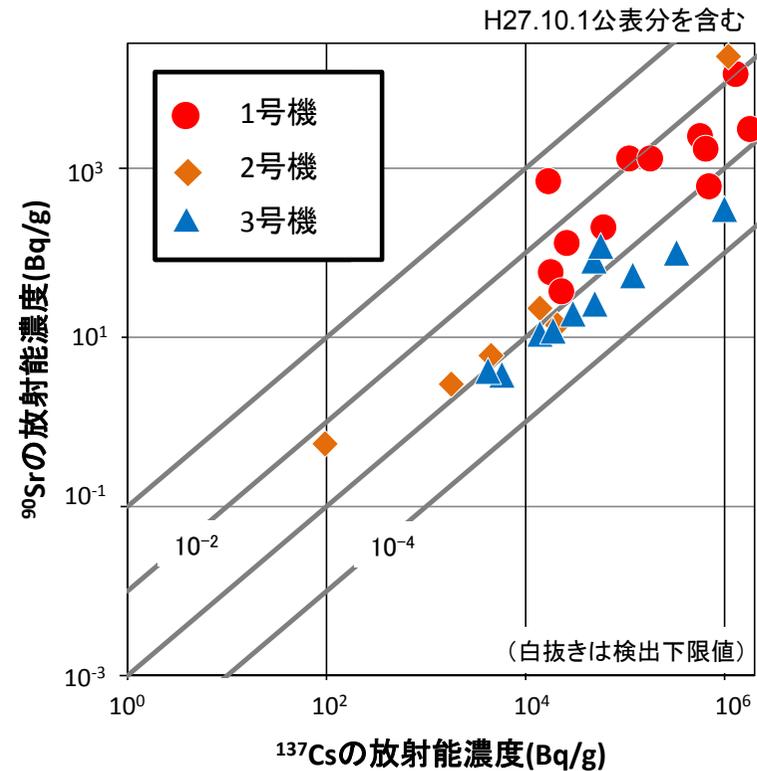
¹⁴ C/ ¹³⁷ Cs比	
分析濃度※1	燃料放射能比※2
2.1×10^{-5}	9.7×10^{-7}

建屋内瓦礫の ^{60}Co , ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度の関係



➤ 2号機の一部を除き、比例関係が見られる。

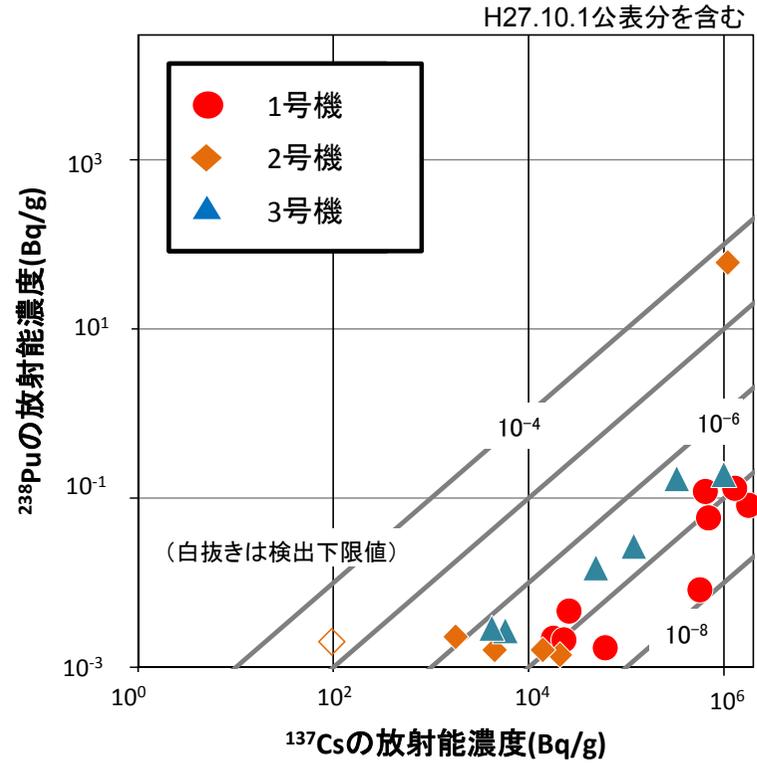
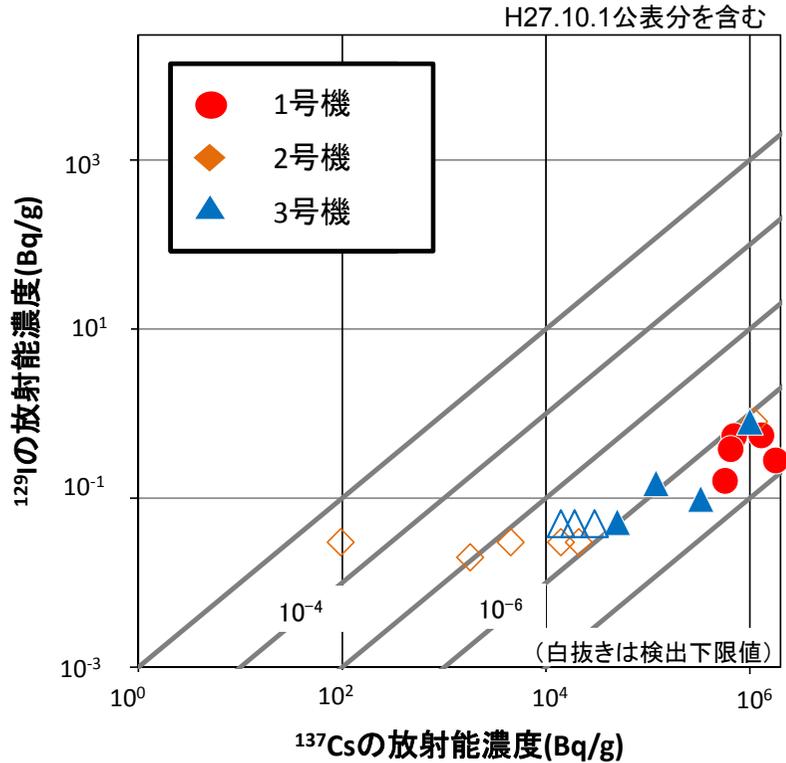
$^{60}\text{Co}/^{137}\text{Cs}$ 比	
分析濃度※1	燃料放射能比※2
2.1×10^{-5}	1.3×10^{-5}



➤ 比例関係が見られ、 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比は1号機が高め、3号機は低めの傾向。

$^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比	
分析濃度※1	燃料放射能比※2
1.9×10^{-3}	7.5×10^{-1}

建屋内瓦礫の¹²⁹I, ²³⁸Puと¹³⁷Cs濃度の関係



➤ 有意値で検出した試料では比例関係が見られ、¹²⁹I/¹³⁷Cs比が 10^{-6} と 10^{-7} の間にある。

129I/ ¹³⁷ Cs比	
分析濃度※1	燃料放射能比※2
5.2×10^{-7}	2.9×10^{-7}

➤ 2号機の一部を除き比例関係が見られ、²³⁸Pu/¹³⁷Cs比が 10^{-6} と 10^{-8} の間にある。

238Pu/ ¹³⁷ Cs比	
分析濃度※1	燃料放射能比※2
2.1×10^{-7}	2.1×10^{-2}

試料の採取(覆土瓦礫)

■ コンクリート片

場所: 覆土式一時保管施設

第1槽(平成24年9月～平成24年11月): 1SC-R1～R5

第2槽(平成24年12月～平成25年2月): 2SC-R1～R5

方法: 覆土式一時保管施設において大量に搬入された瓦礫から、瓦礫搬入時に握り拳程度の大きさのものを採取し、その一部を分析用に輸送。なお、覆土される瓦礫は、1～30mSv/hに区分される瓦礫。



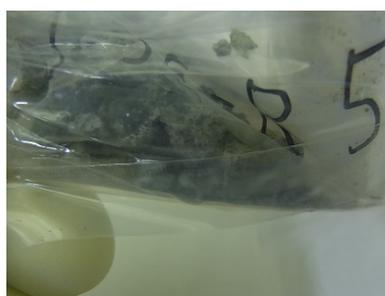
搬入された瓦礫の状況(覆土前)



覆土後の状況

試料の性状(覆土瓦礫)

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	1SC-R1	第1槽	2.5	5
2	コンクリート	1SC-R2	第1槽	3.0	5
3	コンクリート	1SC-R3	第1槽	2.5	5
4	コンクリート	1SC-R4	第1槽	2.0	5
5	コンクリート	1SC-R5	第1槽	2.3	5
6	コンクリート	2SC-R1	第2槽	2.5	5
7	コンクリート	2SC-R2	第2槽	2.0	5
8	コンクリート	2SC-R3	第2槽	2.0	5
9	コンクリート	2SC-R4	第2槽	2.1	5
10	コンクリート	2SC-R5	第2槽	2.2	5

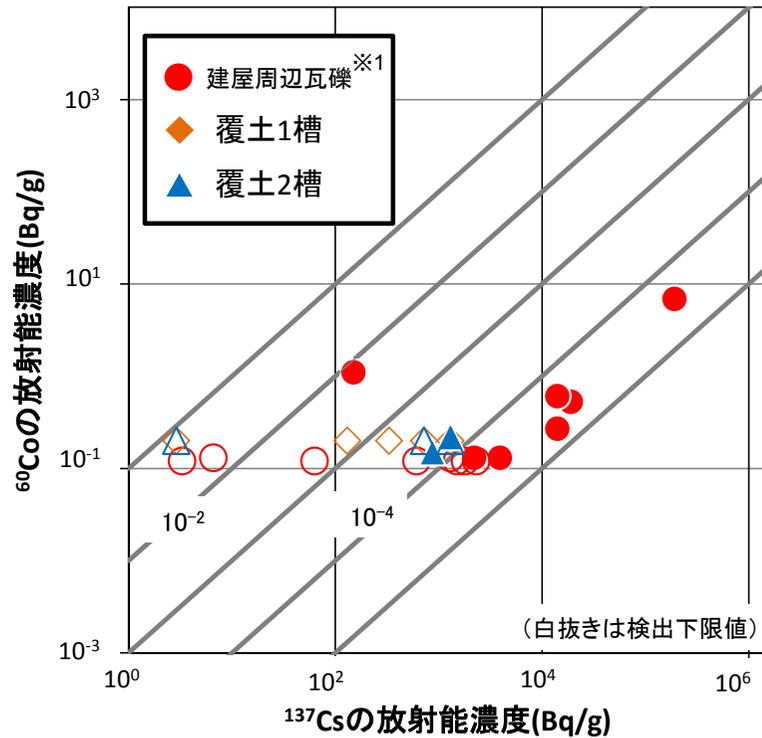


第1槽コンクリート
(1SC-R5)



第2槽コンクリート
(2SC-R2)

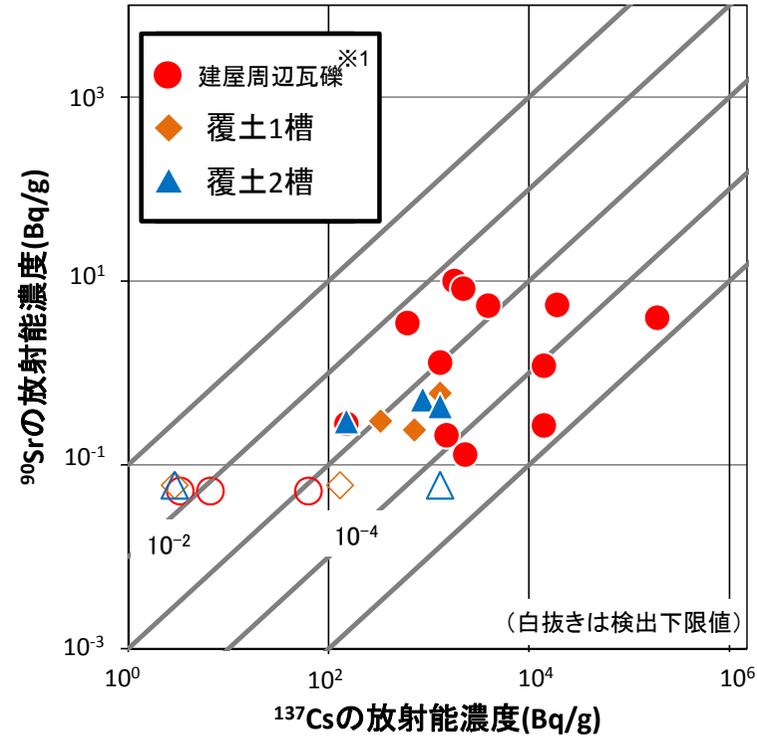
覆土瓦礫の ^{60}Co , ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度の関係



- 第2槽の試料より検出。建屋周辺瓦礫の放射能濃度と同程度である。

$^{60}\text{Co}/^{137}\text{Cs}$ 比	
分析濃度 ^{※2}	燃料放射能比 ^{※3}
1.7×10^{-4}	1.3×10^{-5}

※1: 原子炉建屋周辺で採取した瓦礫(周辺瓦礫)は、H26.1.30に公表



- 第1槽、第2槽の試料より検出。建屋周辺瓦礫の放射能濃度と同程度である。

$^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比	
分析濃度 ^{※2}	燃料放射能比 ^{※3}
6.2×10^{-4}	7.5×10^{-1}

■ 検出された核種

γ核種： ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{154}Eu

β核種： ^3H , ^{14}C , ^{79}Se , ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{129}I

α核種： ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{244}Cm , 全α

■ 平成23年度より廃棄物試料の分析を実施している。

得られた結果は、解体廃棄物等のインベントリ精度向上に向け、解析的に算出したインベントリの妥当性検証などの廃棄物処理・処分の研究開発に活用している。

引き続き試料採取、分析を行い、事故の影響が考えられる廃棄物の放射能濃度等に関するデータの蓄積に努める。

1号機タービン建屋で採取された砂試料の分析

分析内容(砂試料)

■ 前処理として、次の2通りで処理。

- 純水による浸漬：滞留水が蒸発して放射性物質が付着した核種組成を確認する。浸漬時間は一昼夜。
- 硝酸による溶出：硝酸可溶性成分の有無を確認する。3 M硝酸、100°Cで30分間加熱。

■ 以下の核種を対象として分析している。

γ 核種： ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{94}Nb , ^{125}Sb , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu

β 核種： ^{90}Sr

α 核種： ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm

■ 元素分析とマイクロスコープ観察も実施した。

試料の採取(砂試料)

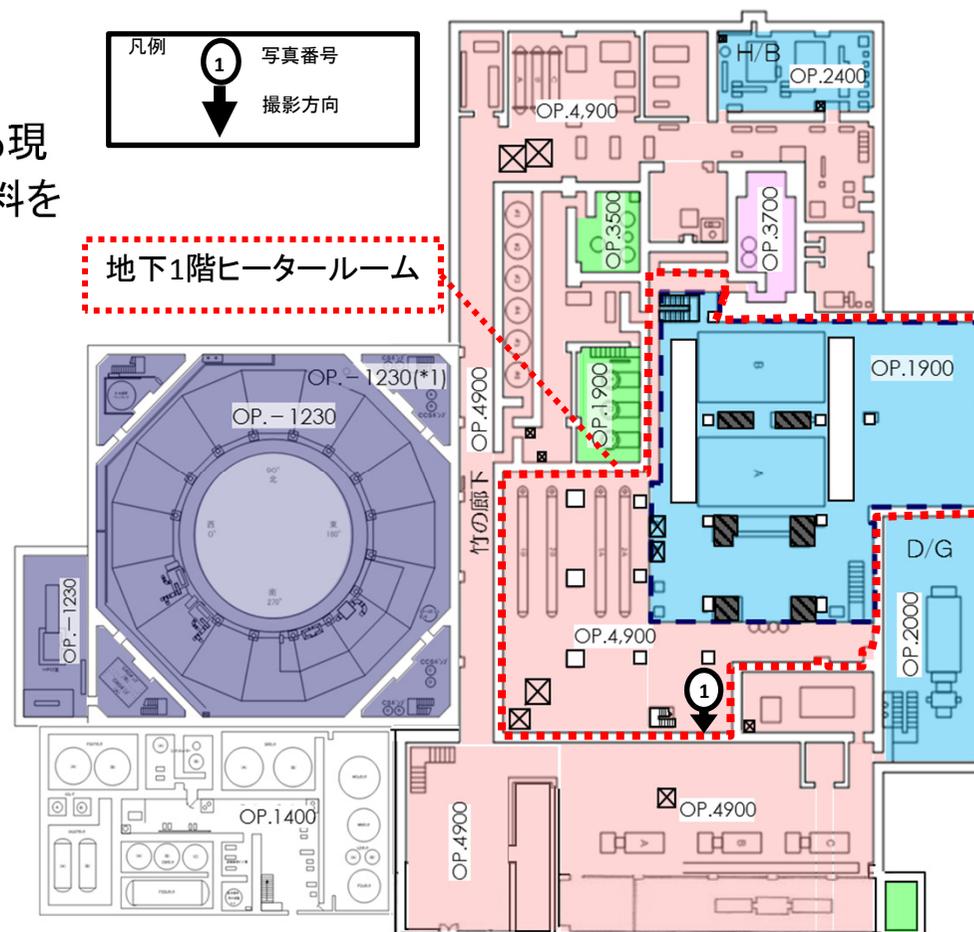
■ 砂試料

場所: 1号機タービン建屋地下階(OP4900)

方法: 1号機タービン建屋滞留水処理に関する現場調査において、地下階床面から砂試料を採取。



写真①: 砂試料サンプリング箇所

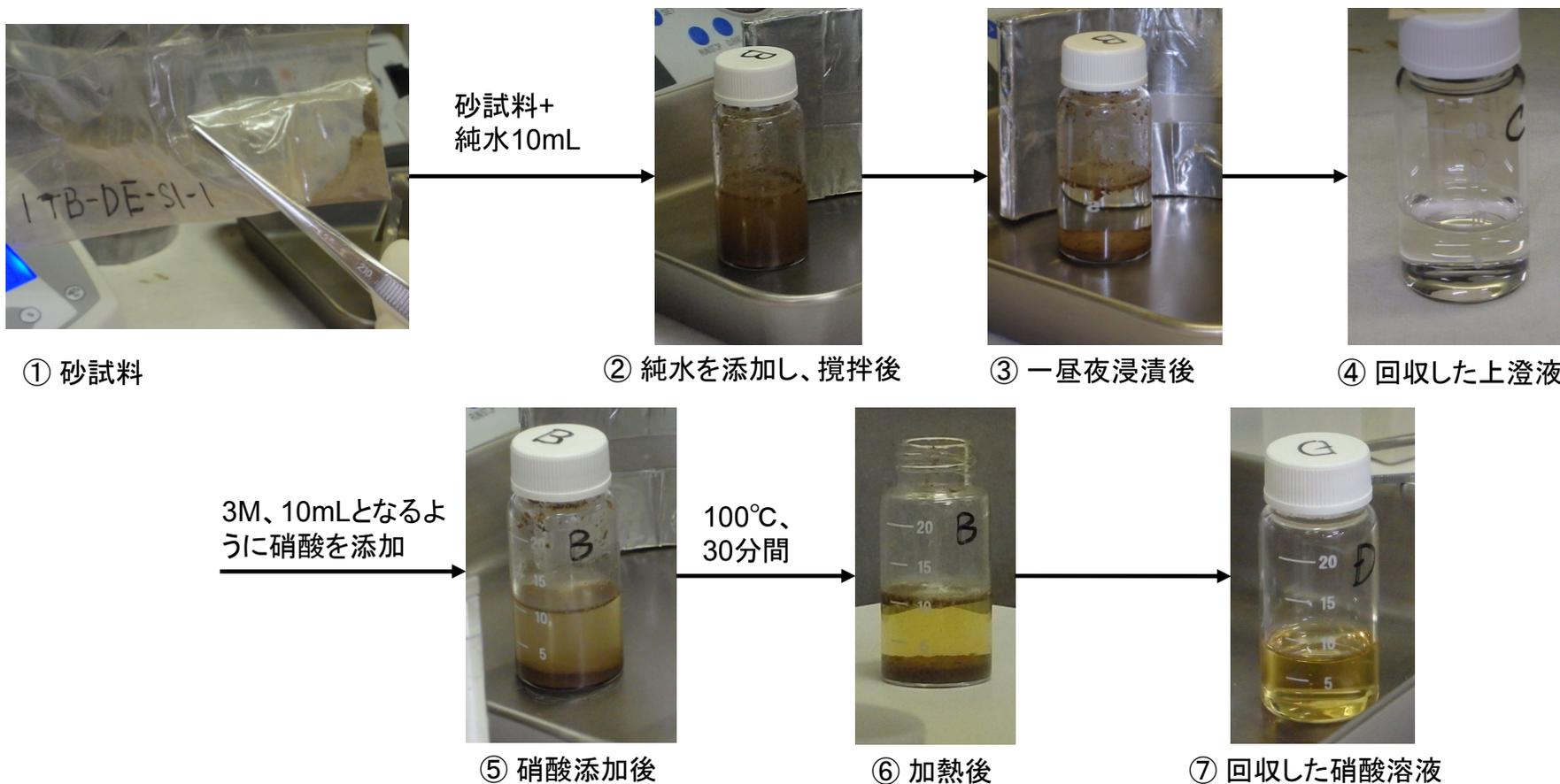


1号機タービン建屋地下階

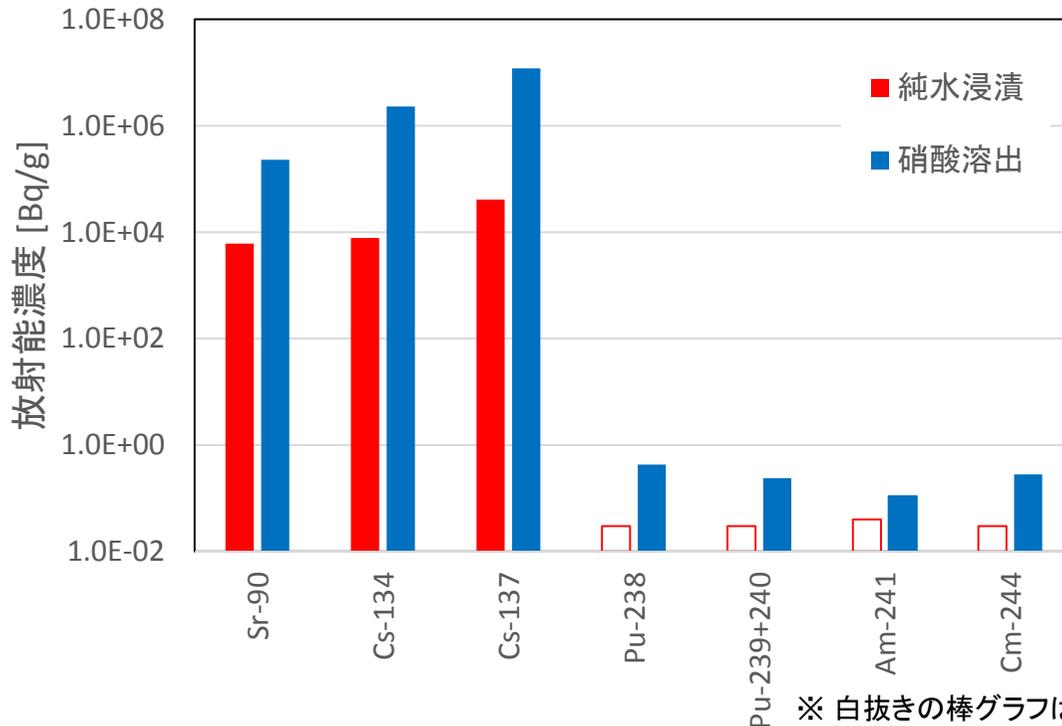
分析試料の情報(砂試料)

試料名		入手時期	試料量 (g)	線量率※ (mSv/h)
1号タービン建屋砂試料	1TB-DE-S1-1	H27年3月	1	23
	1TB-DE-S1-2		1	21

※ 表面線量率。
測定日はH27年7月29日。



放射性核種分析結果(砂試料溶出液)



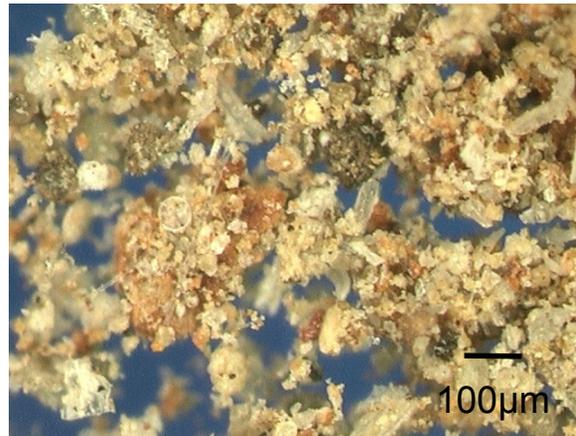
- 純水浸漬と硝酸溶出のいずれについても¹³⁴Cs, ¹³⁷Csが支配的であり、次に⁹⁰Srが高い。
- 硝酸溶出の試料ではPu, Am, Cmも有意値で検出。
- 純水浸漬と硝酸溶出のいずれについても⁵⁴Mn, ⁶⁰Co, ⁹⁴Nb, ¹²⁵Sb, ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Euは不検出。
- ¹³⁷Cs との放射能濃度比は、HTI/B地下滞留水(LI-HTI4-2)と比べて、⁹⁰Srの割合が小さく、α核種は同程度。

※ 白抜き棒グラフは検出下限値を示す。

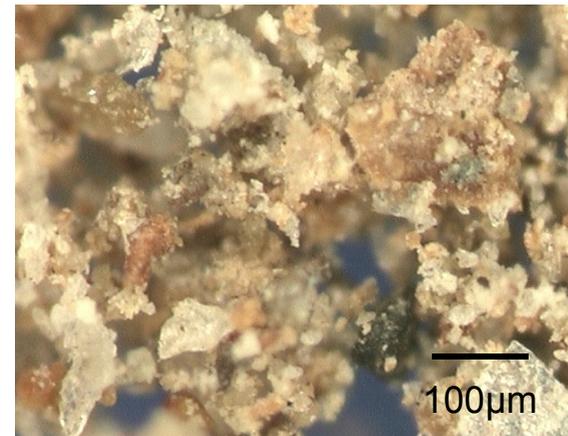
試料名	¹³⁷ Csとの放射能濃度比					
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am	²⁴⁴ Cm
硝酸溶出液	0.02	1.0	3.6×10^{-8}	2.0×10^{-8}	9.2×10^{-9}	2.3×10^{-8}
参考) HTI/B地下滞留水 LI-HTI4-2(H27.3.3)	0.78	1.0	1.0×10^{-7}	$<4 \times 10^{-8}$	$<9 \times 10^{-8}$	$<4 \times 10^{-8}$
参考) 1号T/B溜まり水 (H23.3.24)	0.0004	1.0	全α: $<2 \times 10^{-6}$			

マイクロスコープ観察(砂試料)

処理前



拡大倍率: 300倍

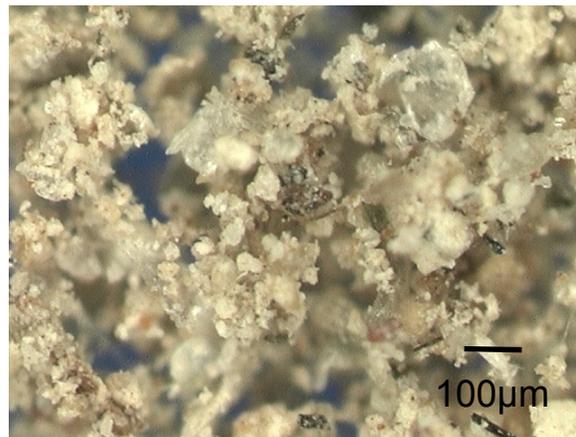


拡大倍率: 500倍

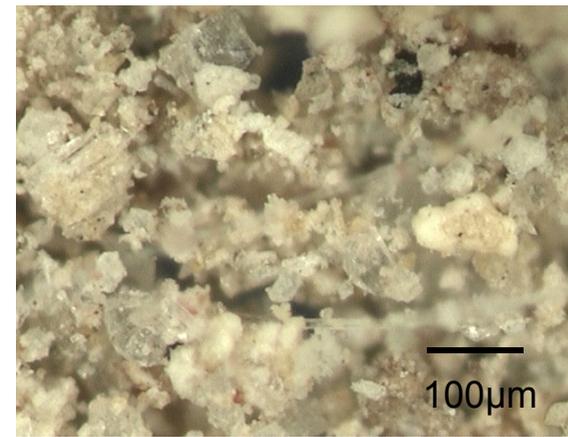
試料1gあたりの
線量率

630 $\mu\text{Sv/h}$

硝酸溶出後



拡大倍率: 300倍



拡大倍率: 500倍

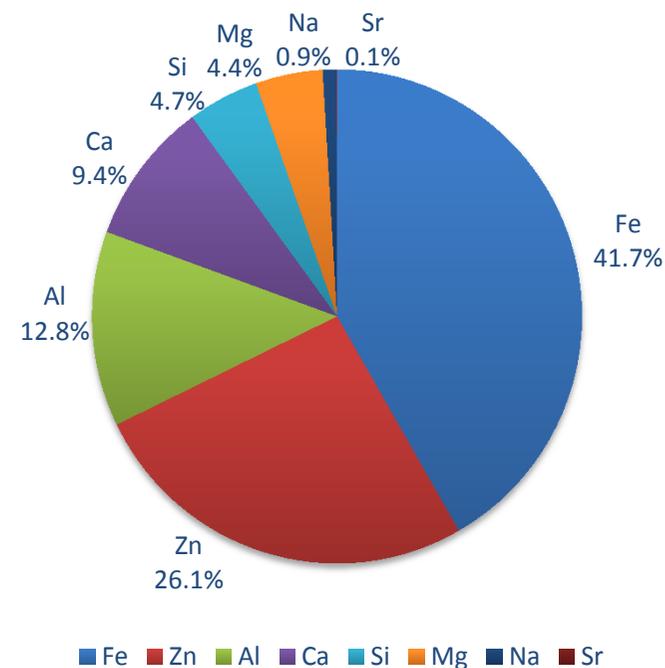
試料1gあたりの
線量率

209 $\mu\text{Sv/h}$

- 処理前の試料には、全体に赤茶色の粒又は付着物のようなものが観察された。
- 硝酸溶出後の試料では、無色の砂が主に観察された。線量率などから¹³⁷Cs等の一部が試料中に残留していることが示唆される。

元素分析結果(砂試料溶出液)

試料名	含有量 (mg/10mL)							
	Mg	Si	Ca	Al	Fe	Zn	Na	Sr
1TB-DE-S1-1 硝酸溶出	1.7	1.8	3.6	4.9	16	10	0.34	0.02



硝酸溶出液中の組成比

- 純水浸漬液からは、いずれの元素も不検出。
- Feが最も多く、FeとZnで約2/3を占める。

砂試料分析結果のまとめ

■ 検出された核種

^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm

■ 純水浸漬よりも硝酸加熱で溶出するものが多かった。硝酸溶出後の試料には、 ^{137}Cs 等が残留していることが示唆された。

■ 硝酸溶出液の元素分析結果では、Feが最も多かった。マイクロスコープ観察結果と合わせると主に酸化鉄が溶解したと推定される。



参考 γ 核種分析結果 (建屋内瓦礫)

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-AS-R2	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
2	1RB-AS-R5	$(3.0 \pm 0.4) \times 10^0$	$< 4 \times 10^{-2}$	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^6$	$< 2 \times 10^0$	$< 6 \times 10^{-1}$
3	1RB-AS-R7	$(3.2 \pm 0.4) \times 10^0$	$< 8 \times 10^{-2}$	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^6$	$< 6 \times 10^{-1}$	$(4.7 \pm 0.9) \times 10^{-1}$
4	1RB-AS-R8	$(2.8 \pm 0.3) \times 10^0$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(7.0 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 6 \times 10^{-1}$	$(3.2 \pm 0.8) \times 10^{-1}$
5	1RB-AS-R9	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
6	1RB-AS-R11	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 4 \times 10^{-2}$	$(6.5 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 4 \times 10^{-1}$	$(7.6 \pm 1.0) \times 10^{-1}$
7	1RB-DE-C1	$(2.8 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
8	2RB-DE-D1	$(8.1 \pm 1.1) \times 10^{-2}$	$< 1 \times 10^{-2}$	$(4.5 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 8 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
9	2RB-DE-D2	$< 3 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-2}$	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 9 \times 10^{-2}$	$< 7 \times 10^{-2}$
10	2RB-DE-D3	$(5.0 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-2}$	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 8 \times 10^{-2}$	$< 6 \times 10^{-2}$
11	2RB-DE-D4	$(1.4 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	$< 9 \times 10^{-3}$	$(9.7 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 8 \times 10^{-2}$	$< 6 \times 10^{-2}$
12	2RB-DE-D5	$(7.6 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 9 \times 10^{-2}$	$< 7 \times 10^{-2}$
13	3RB-AS-R1	$(7.0 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
14	3RB-AS-R2	$(7.7 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(5.0 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
15	3RB-AS-R5	$(2.9 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(1.9 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
16	3RB-AS-R7	$(2.9 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(5.7 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
17	3RB-AS-R9	$(5.8 \pm 0.4) \times 10^0$	$< 3 \times 10^{-2}$	$(3.3 \pm 0.1) \times 10^5$	$< 2 \times 10^{-1}$	$< 7 \times 10^{-2}$
18	3RB-AS-R10	$(5.4 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	$< 7 \times 10^{-2}$	$(3.0 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 7 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-1}$
19	3RB-AS-R11	$(2.4 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 3 \times 10^{-2}$	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^6$	$< 4 \times 10^{-1}$	$(9.0 \pm 1.4) \times 10^{-1}$



放射能濃度は、H23.3.11に補正。
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

参考 β 核種分析結果 (建屋内瓦礫)

No.	試料名	放射能濃度 (Bq/g)				
		^3H (約12年)	^{14}C (約 5.7×10^3 年)	^{36}Cl (約 3.0×10^5 年)	^{59}Ni (約 7.6×10^4 年)	^{63}Ni (約 1.0×10^2 年)
2	1RB-AS-R5	$(8.4 \pm 0.1) \times 10^1$	$(3.8 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-2}$	$< 3 \times 10^0$	$< 5 \times 10^{-1}$
3	1RB-AS-R7	$(6.6 \pm 0.2) \times 10^1$	$(6.7 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 4 \times 10^0$	$< 7 \times 10^{-1}$
4	1RB-AS-R8	$(5.0 \pm 0.2) \times 10^1$	$(3.2 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^0$	$< 3 \times 10^{-1}$
6	1RB-AS-R11	$(7.9 \pm 0.2) \times 10^1$	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 7 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^0$	$< 3 \times 10^{-1}$
7	1RB-DE-C1	$(1.9 \pm 0.1) \times 10^0$	$(2.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	—	—	—
8	2RB-DE-D1	$(9.7 \pm 0.2) \times 10^0$	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$< 4 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$
9	2RB-DE-D2	$(6.1 \pm 0.2) \times 10^0$	$(3.3 \pm 1.0) \times 10^{-2}$	$< 4 \times 10^{-3}$	$< 1 \times 10^0$	$< 1 \times 10^{-1}$
10	2RB-DE-D3	$(9.9 \pm 0.2) \times 10^0$	$(3.9 \pm 1.0) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$
11	2RB-DE-D4	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^1$	$(2.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 4 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$
12	2RB-DE-D5	$(6.6 \pm 0.2) \times 10^0$	$(6.4 \pm 1.1) \times 10^{-2}$	$< 4 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$
13	3RB-AS-R1	$(5.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(2.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	—	—
14	3RB-AS-R2	$(8.7 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	—	—
15	3RB-AS-R5	$(6.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	—	—
16	3RB-AS-R7	$(5.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(4.1 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	—	—	—
17	3RB-AS-R9	$(4.5 \pm 0.1) \times 10^1$	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^0$	$< 4 \times 10^{-1}$
18	3RB-AS-R10	$(3.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(1.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	—	—
19	3RB-AS-R11	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^1$	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^0$	$< 3 \times 10^{-1}$

参考 β 核種分析結果 (建屋内瓦礫)

No.	試料名	放射能濃度 (Bq/g)			
		^{79}Se (約 6.5×10^4 年)	^{90}Sr (約29年)	^{99}Tc (約 2.1×10^5 年)	^{129}I (約 1.6×10^7 年)
1	1RB-AS-R2	—	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^3$	—	—
2	1RB-AS-R5	$< 2 \times 10^{-1}$	$(2.9 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 6 \times 10^{-3}$	$(2.8 \pm 0.3) \times 10^{-1}$
3	1RB-AS-R7	$< 3 \times 10^{-1}$	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^4$	$(3.6 \pm 0.4) \times 10^{-2}$	$(5.5 \pm 0.4) \times 10^{-1}$
4	1RB-AS-R8	$< 2 \times 10^{-1}$	$(6.1 \pm 0.1) \times 10^2$	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$(5.4 \pm 0.3) \times 10^{-1}$
5	1RB-AS-R9	—	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^3$	—	—
6	1RB-AS-R11	$< 2 \times 10^{-1}$	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^3$	$(1.6 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$(3.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
7	1RB-DE-C1	$< 5 \times 10^{-2}$	$(7.0 \pm 0.1) \times 10^2$	—	—
8	2RB-DE-D1	$< 6 \times 10^{-2}$	$(6.1 \pm 0.1) \times 10^0$	$(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$< 3 \times 10^{-2}$
9	2RB-DE-D2	$< 5 \times 10^{-2}$	$(2.8 \pm 0.1) \times 10^0$	$(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$
10	2RB-DE-D3	$< 4 \times 10^{-2}$	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^1$	$(2.5 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$< 3 \times 10^{-2}$
11	2RB-DE-D4	$< 6 \times 10^{-2}$	$(5.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-2}$
12	2RB-DE-D5	$< 4 \times 10^{-2}$	$(2.2 \pm 0.1) \times 10^1$	$(9.9 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$< 3 \times 10^{-2}$
13	3RB-AS-R1	$< 5 \times 10^{-2}$	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
14	3RB-AS-R2	$< 5 \times 10^{-2}$	$(2.5 \pm 0.1) \times 10^1$	$(7.1 \pm 1.0) \times 10^{-2}$	$(5.2 \pm 0.1) \times 10^{-2}$
15	3RB-AS-R5	$< 5 \times 10^{-2}$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
16	3RB-AS-R7	$(7.0 \pm 1.1) \times 10^{-2}$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^2$	$(9.8 \pm 1.1) \times 10^{-2}$	—
17	3RB-AS-R9	$< 2 \times 10^{-1}$	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^2$	$(5.3 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$(9.8 \pm 1.4) \times 10^{-2}$
18	3RB-AS-R10	$< 5 \times 10^{-2}$	$(1.9 \pm 0.1) \times 10^1$	$(5.8 \pm 1.0) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
19	3RB-AS-R11	$< 2 \times 10^{-1}$	$(3.3 \pm 0.1) \times 10^2$	$(1.9 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(8.0 \pm 0.3) \times 10^{-1}$

参考 α 核種分析結果 (建屋内瓦礫)

No.	試料名	放射能濃度 (Bq/g)					
		²³³ U (約 1.6×10^5 年)	²³⁴ U (約 2.5×10^5 年)	²³⁵ U (約 7.0×10^8 年)	²³⁶ U (約 2.3×10^7 年)	²³⁸ U (約 4.5×10^9 年)	²³⁷ Np (約 2.1×10^6 年)
2	1RB-AS-R5	$< 3 \times 10^{-2}$	$(2.6 \pm 0.4) \times 10^{-2}$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-3}$	$< 7 \times 10^{-4}$	$(2.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-4}$
3	1RB-AS-R7	$< 9 \times 10^{-3}$	$(1.2 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$(8.5 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$(9.1 \pm 0.1) \times 10^{-3}$	$< 8 \times 10^{-4}$
4	1RB-AS-R8	$< 2 \times 10^{-2}$	$(2.0 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$(8.9 \pm 0.2) \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	$< 4 \times 10^{-4}$
6	1RB-AS-R11	$< 2 \times 10^{-2}$	$(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$(5.0 \pm 0.3) \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$	$(7.7 \pm 0.1) \times 10^{-3}$	$< 4 \times 10^{-4}$
8	2RB-DE-D1	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$(1.6 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 4 \times 10^{-5}$	$(9.3 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 5 \times 10^{-5}$
9	2RB-DE-D2	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$(8.4 \pm 0.2) \times 10^{-6}$	$< 4 \times 10^{-5}$	$(8.1 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 5 \times 10^{-5}$
10	2RB-DE-D3	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$(1.6 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 4 \times 10^{-5}$	$(8.3 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 5 \times 10^{-5}$
11	2RB-DE-D4	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$(2.3 \pm 0.2) \times 10^{-5}$	$< 4 \times 10^{-5}$	$(4.1 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 5 \times 10^{-5}$
12	2RB-DE-D5	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 4 \times 10^{-4}$	$(2.9 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 4 \times 10^{-5}$	$(8.5 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$< 5 \times 10^{-5}$
17	3RB-AS-R9	$< 3 \times 10^{-2}$	$(2.8 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$(7.8 \pm 0.1) \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	$< 4 \times 10^{-4}$
19	3RB-AS-R11	$< 2 \times 10^{-2}$	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$(5.1 \pm 0.2) \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$	$(6.4 \pm 0.1) \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-4}$



参考 α核種分析結果(建屋内瓦礫)

No.	試料名	放射能濃度(Bq/g)						全α
		²³⁸ Pu (約88年)	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (約 2.4×10^4 年 約 6.6×10^3 年)	²⁴² Pu (約 3.7×10^5 年)	²⁴¹ Am (約 4.3×10^2 年)	²⁴³ Am (約 7.4×10^3 年)	²⁴⁴ Cm (約18年)	
1	1RB-AS-R2	—	—	—	—	—	—	$(6.2 \pm 1.0) \times 10^{-3}$
2	1RB-AS-R5	$(8.2 \pm 0.9) \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 3 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$(3.5 \pm 0.6) \times 10^{-2}$	—
3	1RB-AS-R7	$(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 3 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 4 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	—
4	1RB-AS-R8	$(5.8 \pm 0.6) \times 10^{-2}$	$< 1 \times 10^{-2}$	$< 9 \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 9 \times 10^{-3}$	$(9.2 \pm 2.5) \times 10^{-3}$	—
5	1RB-AS-R9	—	—	—	—	—	—	$(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-2}$
6	1RB-AS-R11	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(1.6 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$< 9 \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$(8.7 \pm 2.4) \times 10^{-3}$	—
7	1RB-DE-C1	—	—	—	—	—	—	$(2.5 \pm 0.3) \times 10^{-2}$
8	2RB-DE-D1	$(1.6 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$(1.3 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	—
9	2RB-DE-D2	$(2.3 \pm 0.5) \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-4}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$(1.0 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	—
10	2RB-DE-D3	$(1.4 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-4}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$(2.4 \pm 0.5) \times 10^{-3}$	—
11	2RB-DE-D4	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-4}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 9 \times 10^{-4}$	$(1.3 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	—
12	2RB-DE-D5	$(1.6 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-3}$	$< 6 \times 10^{-4}$	$(4.6 \pm 0.8) \times 10^{-3}$	$< 3 \times 10^{-3}$	$(3.5 \pm 0.6) \times 10^{-3}$	—
13	3RB-AS-R1	—	—	—	—	—	—	$< 2 \times 10^{-3}$
14	3RB-AS-R2	—	—	—	—	—	—	$(6.2 \pm 1.1) \times 10^{-3}$
15	3RB-AS-R5	—	—	—	—	—	—	$(4.0 \pm 0.8) \times 10^{-3}$
16	3RB-AS-R7	—	—	—	—	—	—	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^{-1}$
17	3RB-AS-R9	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(2.5 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$< 9 \times 10^{-3}$	$< 3 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$(1.5 \pm 0.4) \times 10^{-2}$	—
18	3RB-AS-R10	—	—	—	—	—	—	$(1.1 \pm 0.2) \times 10^{-2}$
19	3RB-AS-R11	$(1.9 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(3.1 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$< 9 \times 10^{-3}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$< 2 \times 10^{-2}$	$(1.5 \pm 0.4) \times 10^{-2}$	—



放射能濃度は、H23.3.11に補正。
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。
—は分析未実施を示す。

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

²³⁹⁺²⁴⁰Puの半減期補正は²⁴⁰Puの半減期(約 6.6×10^3 年)を使用。



参考 放射性核種分析結果(覆土瓦礫)

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)	⁹⁰ Sr (約29年)	全α
1	1SC-R1	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(3.3±0.1)×10 ²	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	(3.0±0.2)×10 ⁻¹	<2×10 ⁻³
2	1SC-R2	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(1.3±0.1)×10 ³	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	(6.0±0.2)×10 ⁻¹	<2×10 ⁻³
3	1SC-R3	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(7.2±0.1)×10 ²	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	(2.4±0.2)×10 ⁻¹	<2×10 ⁻³
4	1SC-R4	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(2.9±0.1)×10 ⁰	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	<6×10 ⁻²	<2×10 ⁻³
5	1SC-R5	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(1.3±0.1)×10 ²	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	<6×10 ⁻²	<2×10 ⁻³
6	2SC-R1	(1.5±0.4)×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(8.7±0.1)×10 ²	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	(5.2±0.2)×10 ⁻¹	<2×10 ⁻³
7	2SC-R2	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(1.2±0.1)×10 ²	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	<6×10 ⁻²	<2×10 ⁻³
8	2SC-R3	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(1.5±0.1)×10 ²	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	(3.0±0.2)×10 ⁻¹	<2×10 ⁻³
9	2SC-R4	<2×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(1.4±0.1)×10 ²	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	<6×10 ⁻²	<2×10 ⁻³
10	2SC-R5	(2.2±0.4)×10 ⁻¹	<7×10 ⁻²	(1.3±0.1)×10 ³	<7×10 ⁻¹	<3×10 ⁻¹	(4.4±0.2)×10 ⁻¹	<2×10 ⁻³

放射能濃度は、H23.3.11に補正。
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

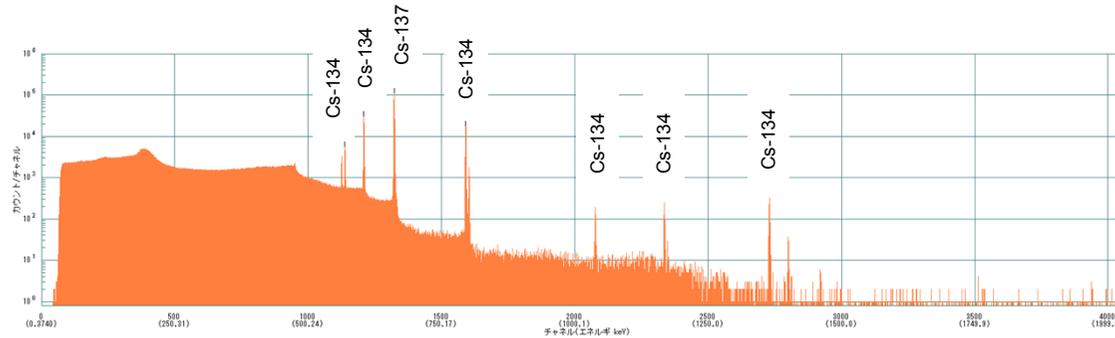
参考 放射性核種分析結果(砂試料溶出液)

試料名	放射能濃度 [Bq/g-砂試料]						
	⁵⁴ Mn (約8.6年)	⁶⁰ Co (約312日)	⁹⁴ Nb (約2.0 × 10 ⁴ 年)	¹²⁵ Sb (約2.8年)	¹³⁴ Cs (約2.1年)	¹³⁷ Cs (約30年)	⁹⁰ Sr (約29年)
純水浸漬上澄液	< 6 × 10 ²	< 2 × 10 ¹	< 1 × 10 ¹	< 4 × 10 ²	(4.0 ± 0.1) × 10 ⁴	(4.1 ± 0.1) × 10 ⁴	(6.1 ± 0.6) × 10 ³
硝酸溶出液	< 3 × 10 ⁴	< 1 × 10 ¹	< 5 × 10 ²	< 8 × 10 ⁴	(1.2 ± 0.1) × 10 ⁷	(1.2 ± 0.1) × 10 ⁷	(2.3 ± 0.2) × 10 ⁵
	¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)	²³⁸ Pu (約88年)	²³⁹ Pu+ ²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am (約4.3 × 10 ² 年)	²⁴⁴ Cm (約18年)	
純水浸漬上澄液	< 8 × 10 ¹	< 4 × 10 ¹	< 3 × 10 ⁻²	< 3 × 10 ⁻²	< 4 × 10 ⁻²	< 3 × 10 ⁻²	
硝酸溶出液	< 4 × 10 ³	< 3 × 10 ³	(4.3 ± 0.3) × 10 ⁻¹	(2.4 ± 0.2) × 10 ⁻¹	(1.1 ± 0.2) × 10 ⁻¹	(2.8 ± 0.3) × 10 ⁻¹	

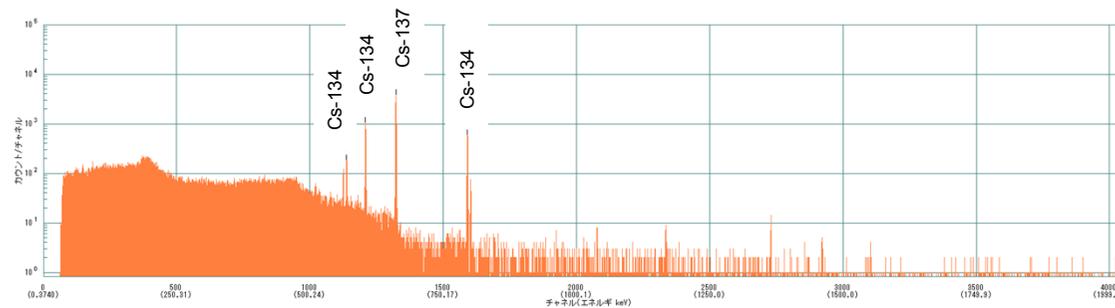
放射能濃度は、H23.3.11に補正。
分析値の±の後の数値は、計数値誤差である。

- 純水浸漬上澄液に比べて、硝酸溶出液の方が、全ての核種について濃度が高かった。
- 水分が蒸発して、砂表面に付着する易溶性の形態よりも、沈殿あるいは鉄さび等に吸着する形態の割合が高かったと推定される。

参考 硝酸溶出後の砂試料の定性γ分析



処理前の試料のガンマスペクトル



処理後の試料のガンマスペクトル

➤ 硝酸溶出後の試料では、 ^{134}Cs , ^{137}Cs のスペクトルの減少が確認された。