

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 | 12月 | | 1月 | | | | | 2月 | | 3月 | | 4月 | 備考 | | | |
|--------------------|---------------|--------------|--|-------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|---|---|--|
| | | | | 20 | 27 | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 7 | 14 | 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) ・貸出運用方法の検討 ・運用開始準備 | 検討・設計 | 貸出運用方法の検討 体制等調整 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | (予定) ・運用開始準備 | | 運用開始準備 | | | | | | | | | | | | | | |
| | ドラム缶保管施設の設置 | ドラム缶保管施設の設置 | (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 山留工事 掘削工事 杭工事 | 検討・設計 | | | | | | | | | | | | | | | ・2015年7月17日：実施計画変更認可申請認可 |
| | | | (予定) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事 掘削工事 杭工事 | | 固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事 掘削工事 杭工事 | | | | | | | | | | | | | | ・2017年2月：竣工予定 |
| 2. 保管適正化の推進 | 雑固体廃棄物の減容検討 | 雑固体廃棄物の減容検討 | (実績) ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる機電工事 換気空調設備、焼却設備系統試験 耐火物乾燥 各種性能フィルタ試験 ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事 外構工事 | 検討・設計 | 雑固体廃棄物焼却設備にかかる機電工事 焼却炉コールド試験 | | | | | | | | | | | | | | 雑固体廃棄物焼却設備：2016年2月稼働予定 ・建屋工事(～2015年11月) ・機電工事(～2016年2月) 【主要工事工程】 ・基礎工事完了：2013年10月5日 ・上部躯体工事完了：2015年7月21日 ・1階PC柱・梁取付完了：2013年12月12日 ・2階PC柱・梁取付完了：2013年4月7日 ・使用前検査(焼却炉建屋、雑固体廃棄物焼却設備) 2014年2月18日～ |
| | | | (予定) ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる機電工事 使用前検査 管理区域設定 焼却炉ホット試験 | | 使用前検査 管理区域設定 焼却炉ホット試験 最新工程反映 運用開始予定 | | | | | | | | | | | | | | |
| 覆土式一時保管施設 3,4槽の設置 | 一時保管施設の追設/拡張 | 一時保管施設の追設/拡張 | (実績) ・設置工事(3槽) 緩衝材施工、遮水シート施工 ・設置準備工事(4槽) 4槽エリアレール一時撤去 | 検討・設計 | 設置工事(3槽) | | | | | | | | | | | | | | ・2014年8月12日：安全協定に基づく事前了解 |
| | | | (予定) ・設置工事(3槽) ・設置工事(4槽) 4槽掘削 | | 設置準備工事(4槽) 地盤改良のため 移動式テント用レール 一時撤去(4槽エリア) 設置工事(4槽) 4槽掘削 | | | | | | | | | | | | | | ・2015年11月13日：使用前検査(3槽) |
| | | | (実績) ・伐採木一時保管槽の追設(エリアG) 保管槽擁壁設置(追設28槽内25槽完了) 盛土施工 | 検討・設計 | 伐採木一時保管槽の追設(エリアG) | | | | | | | | | | | | | | 最新工程反映 3月下旬～2月下旬工程短縮 |
| | | | (予定) ・伐採木一時保管槽の追設(エリアG) 保管槽擁壁設置(追設28槽内残り3槽) 盛土施工 | | 保管槽擁壁設置(追設全28槽内残り3槽) 盛土施工 | | | | | | | | | | | | | | |

| 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 | 12月 | | 1月 | | | | 2月 | | 3月 | 4月 | 備考 | | |
|--------------------|--|--|--|-----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|---|---|
| | | | | 20 | 27 | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 7 | 14 | 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 | <p>検討・設計</p> <p>一時保管エリアの保管量、線量率集計</p> <p>ガレキ等の将来的な保管方法の検討</p> <p>線量低減対策検討</p> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <p>現場作業</p> <p>一時保管エリアの保管量確認、線量率測定</p> <p>ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続</p> <p>伐採木一時保管槽へ受入(枝葉)</p> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 固体廃棄物の保管管理・処理・処分計画 | 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 | <p>検討・設計</p> <p>【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)</p> <p>乾燥試験(作業性・飛散防止性)</p> <p>ろ過試験(作業性・ろ布選定)</p> <p>【研究開発】セシウム吸着塔の長期保管</p> <p>吸着試験(実規模試験の実施(ゼオライトサンプリング、分析、Cs吸着挙動解析))</p> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <p>現場作業</p> <p>乾燥試験(耐久性)</p> <p>作業時・トラブル時被ばく評価</p> <p>安定化装置の選定要件整理</p> <p>試験・解析結果の評価</p> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 最新工程反映 安定化装置の選定要件評価 |
| 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 分析試料のJAEA及び日本核燃料開発株式会社への輸送 【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海) <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) | <p>検討・設計</p> <p>【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査</p> <p>中長期分析計画の策定(精査)</p> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <p>現場作業</p> <p>【研究開発】固体廃棄物のサンプリング・分析</p> <p>固体廃棄物のサンプリング</p> <p>【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海等)</p> <p>スラリーの分析(低線量試料α核種)</p> <p>スラリーの分析(高線量前処理)</p> <p>スラリーの分析(高線量試料)</p> <p>ガレキ等の分析(γ核種)</p> <p>ガレキ等の分析(β核種、建屋内瓦礫、覆土瓦礫)</p> <p>ガレキ等の分析(α核種、建屋内瓦礫、覆土瓦礫)</p> | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | ・低線量試料は、スラリー排出作業の直後に採取したもの ・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 |

ガレキ・伐採木の管理状況(2015.12.31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} (2015.11.30) | 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 | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|------------|------------------------|--|--|-------------------|---|------|--------|-----------------------|------------------|---|------|------------------------|---|
| ガレキ | 屋外集積 (0.1mSv/h以下) | C | 屋外集積 | 0.01未満 | 54,900 m ³ | -3,400 m ³ | ①②③④⑤ | 87% | 115600 / 177900 (65%) | <ul style="list-style-type: none"> 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～） 2015年12月末時点で91基保管。 | | | | | | | | | | |
| | | F | 屋外集積 | 0.01 | 5,000 m ³ | +600 m ³ | ⑥⑦ | 67% | | | | | | | | | | | | |
| | | J | 屋外集積 | 0.02 | 3,000 m ³ | +300 m ³ | ⑦ | 63% | | | | | | | | | | | | |
| | | N | 屋外集積 | 0.01 | 3,800 m ³ | +600 m ³ | ② | 38% | | | | | | | | | | | | |
| | | O | 屋外集積 | 0.02 | 26,200 m ³ | 0 m ³ | — | 95% | | | | | | | | | | | | |
| | | P | 屋外集積 | 0.01 | 22,000 m ³ | +2,500 m ³ | ①②③⑦ | 34% | | | | | | | | | | | | |
| | 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% | 31400 / 57300 (55%) | <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 | 0.04 | 7,200 m ³ | +100 m ³ | ①⑤ | 45% | | | | | | | | | | | | |
| | | P | シート養生 | 0.02 | 600 m ³ | +600 m ³ | ①⑦ | 6% | | | | | | | | | | | | |
| | | 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% | 19700 / 27700 (71%) | <ul style="list-style-type: none"> 覆土式一時保管施設（第3槽） 瓦礫収納完了：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 | 1,100 m ³ | +100 m ³ | ⑧ | 15% | | | | | | | | | | | | |
| | | E | 容器 ^{※4} | 0.02 | 300 m ³ | +200 m ³ | ⑨ | 15% | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 6,200 m ³ | +200 m ³ | ⑧⑩ | 52% | 6200 / 12000 (52%) | <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% | 66700 / 81500 (82%) | <ul style="list-style-type: none"> 工事により発生した幹・根を随時受入中。 エリアV移設後運用開始。（2015年10月23日～） |
| | | | | | | | | | | | | 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 m ³ | — | 87% | | | | | | | | | | | | | | |
| V | 屋外集積 | 0.03 | 2,400 m ³ | +700 m ³ | ① | 39% | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 / 24863 (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） | | | | 85,100 m ³ | +600 m ³ | — | 80% | | | | | | | | | | | | | |



※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 ④焼却対象物の集約作業 ⑤焼却対象物を一時保管エリアPへ移動 ⑥焼却対象物を一時保管エリアJへ移動

⑦焼却対象物の受入 ⑧1～4号建屋周辺瓦礫撤去関連工事 ⑨仮設集積していた瓦礫類の受入 ⑩水処理二次廃棄物（小型フィルタ等）の保管 等

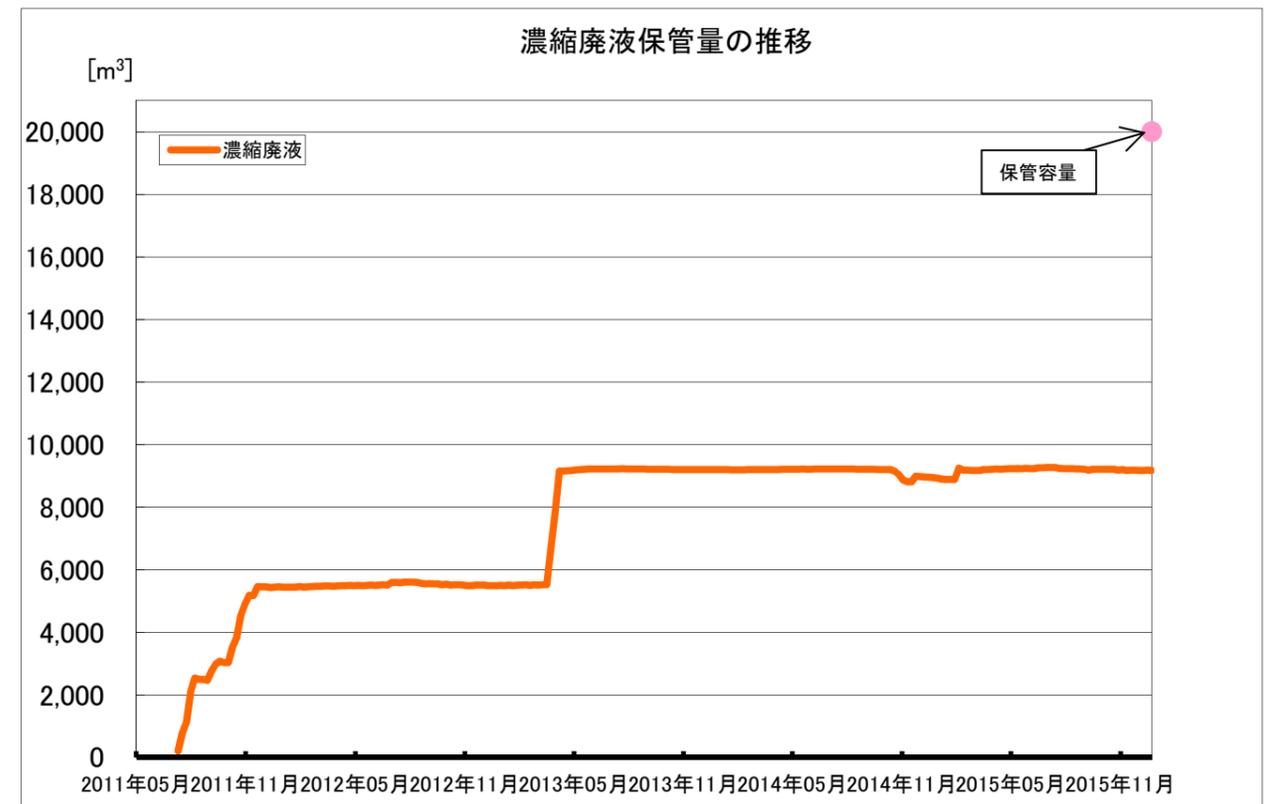
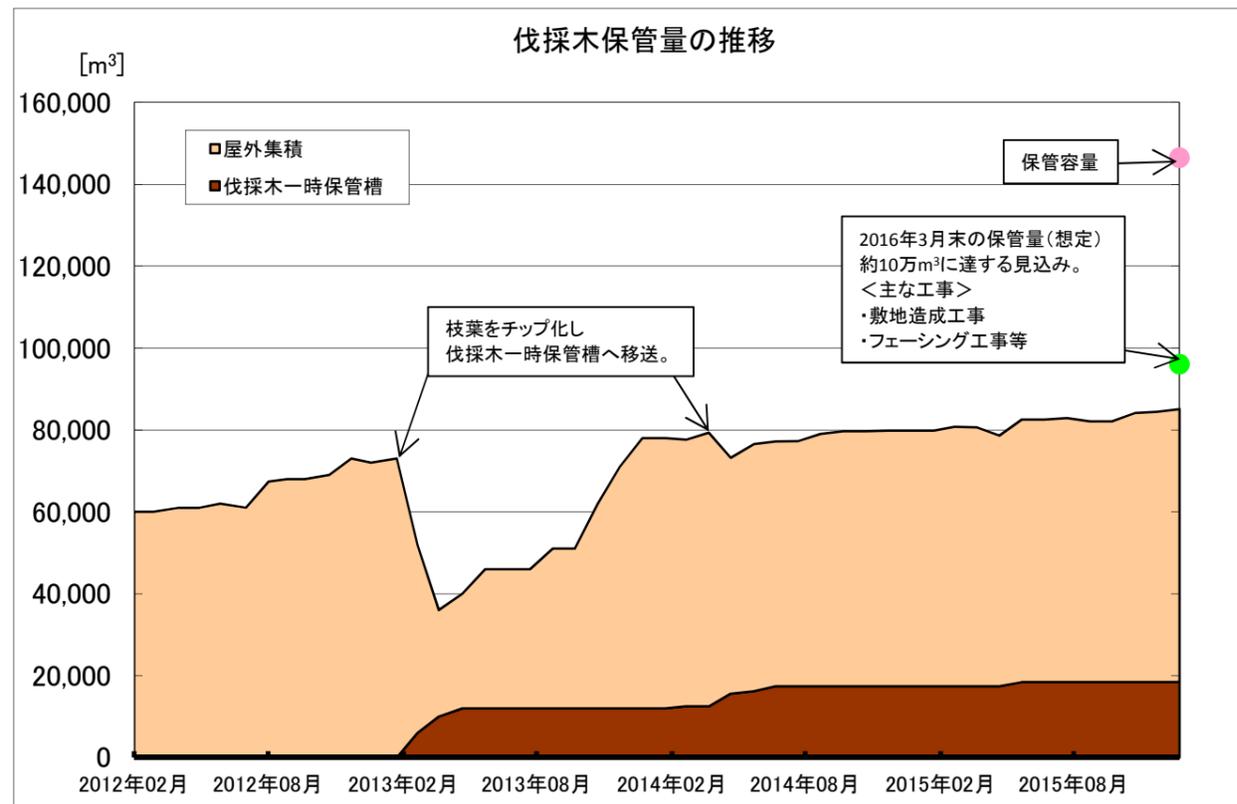
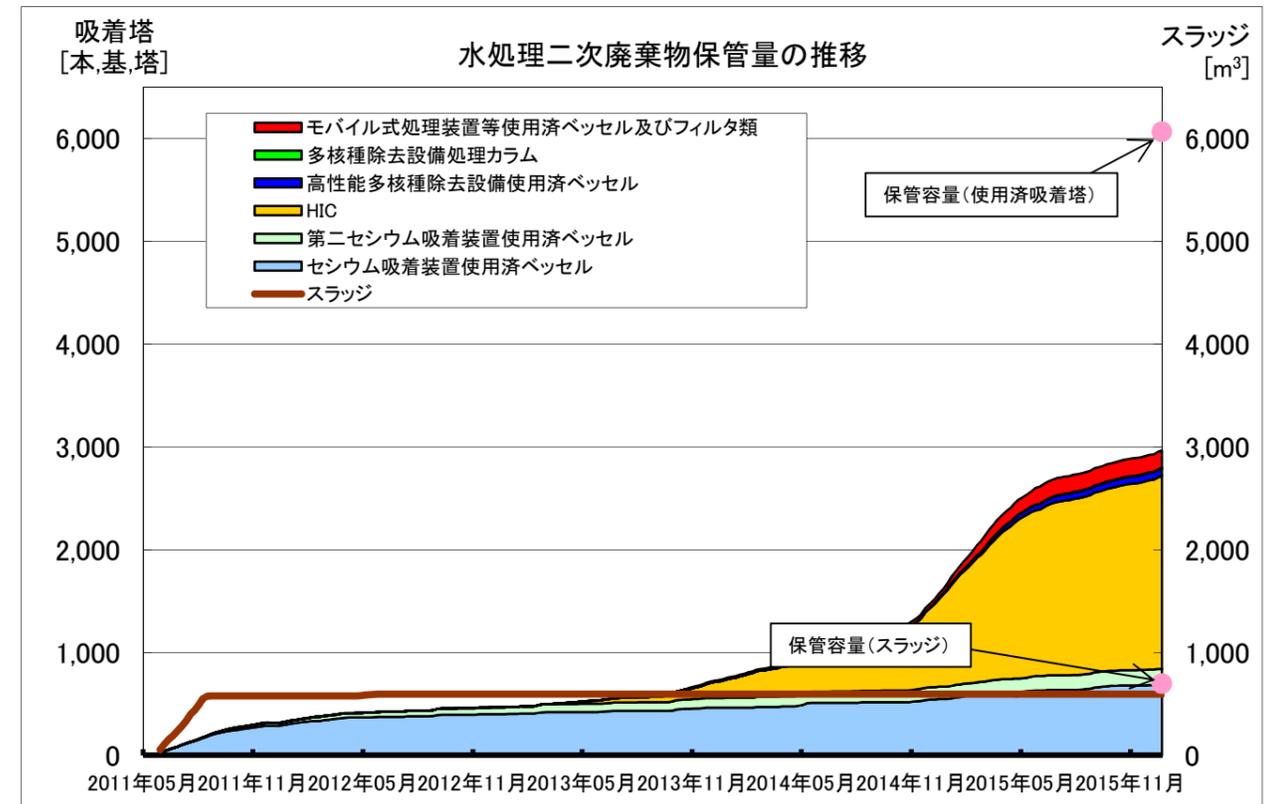
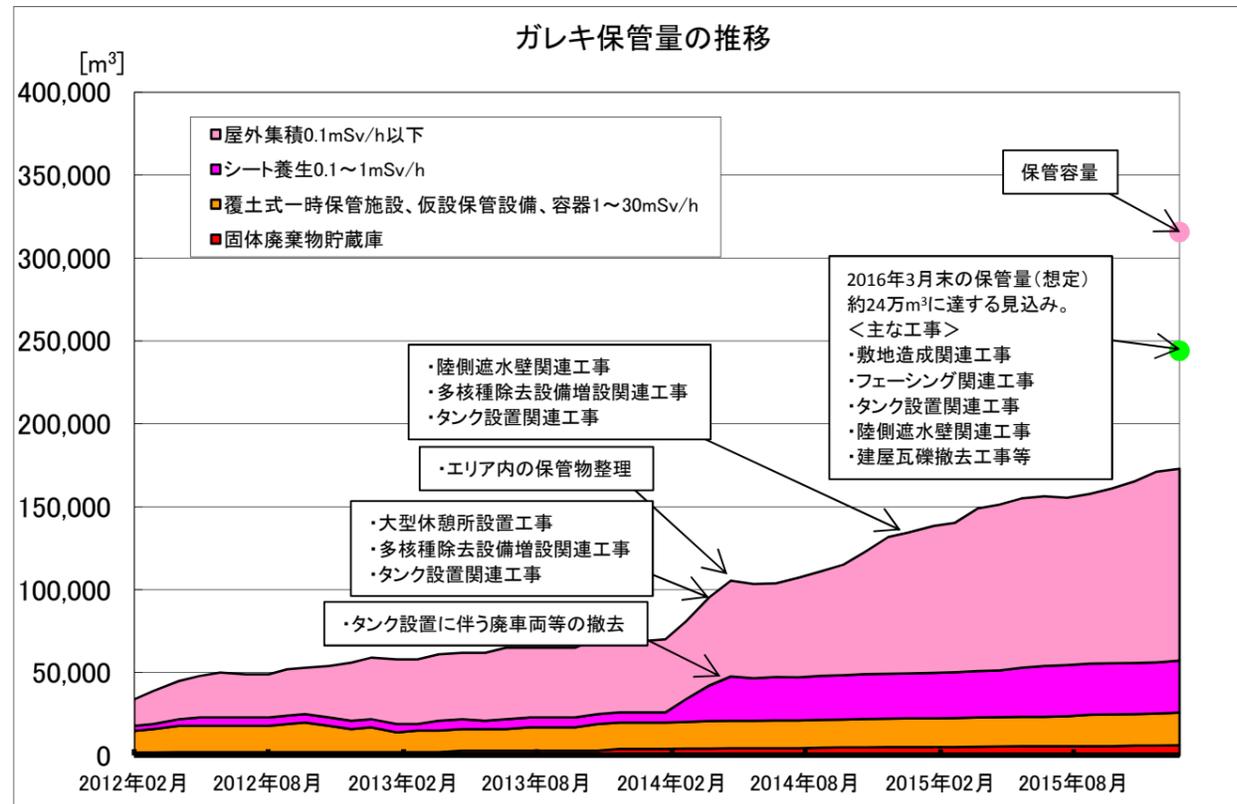
※4 水処理二次廃棄物（小型フィルタ等）を含む。

水処理二次廃棄物の管理状況(2016.1.21時点)

| 分類 | 保管場所 | 種類 | 保管量 | 前回報告比 (2015.12.17) | 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 | 690 本 | +8 本 | 2967 / 6067 (49%) | <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） 第一施設にあったボックスカルバートを第三施設へ移設に伴い撤去（-60塔分） 使用前検査完了（2015年1月5日）に伴う保管量増（+72塔分） | |
| | | 第二セシウム吸着装置使用済ベッセル | 152 本 | 0 本 | | | |
| | | 多核種除去設備等保管容器 | 既設 | 1,090 基 | | | +36 基 |
| | | | 増設 | 787 基 | | | +20 基 |
| | | 高性能多核種除去設備使用済ベッセル | 高性能 | 71 本 | | | +2 本 |
| | | 多核種除去設備処理カラム | 既設 | 7 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 | | 170 本 | +1 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。 | |
| 濃縮廃液タンク | 濃縮廃液 | | 9,180 m ³ | -12 m ³ | 9180 / 20000 (46%) | <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） 保管容量20,000m³のうち、9,700m³分の撤去計画について認可済み。 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） | |



ガレキ・伐採木・水処理二次廃棄物・濃縮廃液の保管量推移



福島第一原子力発電所
雑固体廃棄物焼却設備設置工事の進捗状況及び
ホット試験の実施について

2016年1月28日

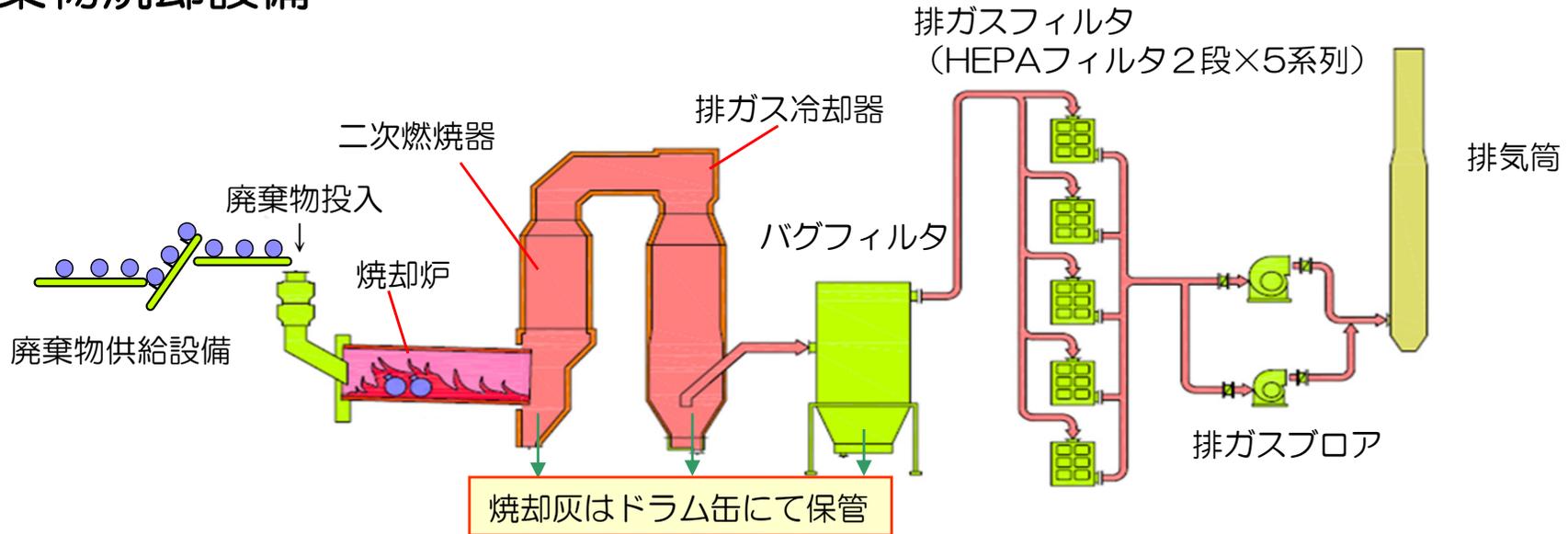
東京電力株式会社



東京電力

1. 設備概要

雑固体廃棄物焼却設備



| | |
|----------|--|
| 炉型 | ロータリーキルン式*1 |
| 処理容量 | 300kg/h×2系統*2 (24h/日稼動) |
| 焼却対象物 | 雑固体廃棄物 <ul style="list-style-type: none"> ・ 装備品 (タイベック・下着類・ゴム手袋等) ・ 工事廃材 (ウエス・木・梱包材・紙等) 他 |
| 系統除染係数*3 | 10 ⁶ 以上 (バグフィルタ: 10以上, 排ガスフィルタ10 ⁵ 以上) |
| 稼動開始予定 | 2015年度下期 |
| 設置場所 | 1F 5/6号機北側ヤード (建屋寸法: 約69.0m×約45.0m×高さ約26.5m) |

- *1: ロータリーキルン式
傾斜のついた横置き円筒炉の片側から廃棄物を供給し、炉を回転させることで、攪拌させながら時間をかけて焼却処理。
- *2: 2系統
廃棄物投入設備～排ガスブローアまでは2系統 (A系・B系) を設置。なお、排気筒は共通設備として1基を設置。
- *3: 系統除染係数
放射能濃度の低減割合。
10⁶以上は100万分の1以下になることを示す。

2. 雑固体廃棄物焼却設備設置工事の進捗状況(現場状況)



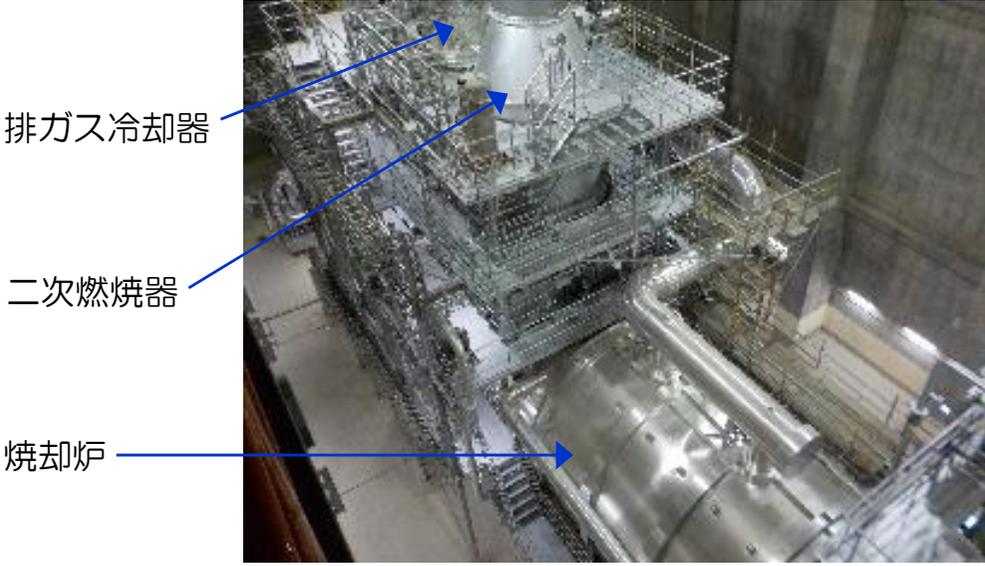
建屋全景



電気品室

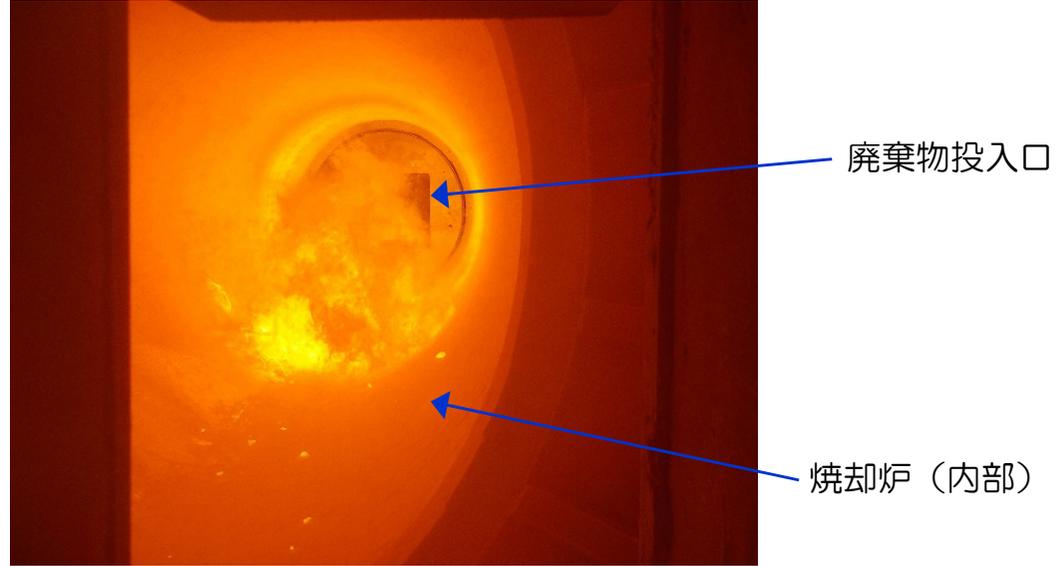


制御室
試験作業状況



- 排ガス冷却器
- 二次燃焼器
- 焼却炉

焼却設備全体 (B系)



焼却設備焼却炉内部 (B系)
コールド試験時 模擬廃棄物焼却状況

2. 雑固体廃棄物焼却設備設置工事の進捗状況(コールド試験結果)

- 日程：2015年11月25日 ～ 2016年1月22日
- 内容：汚染のない模擬廃棄物を焼却処理し、設備全体の機能、性能の確認を実施。
- 焼却対象物（汚染のない模擬廃棄物）
 焼却物の材料であるポリエチレンシート、綿シート、段ボール、木材、天然ゴムシート等
- 主な確認事項及び確認結果

| 確認事項 | 確認結果 |
|----------------------------------|---|
| システムの負圧維持の確認 | システムの圧力が目標の負圧値で維持されていることを確認。 |
| 各運転モードの確認及び非常停止確認 | 起動・焼却・停止の各運転モードが問題なく行えることを確認。非常停止についても、計画通りの停止工程となっていることを確認。 |
| 環境（室温等）の確認 | 通常運転時の通路について、適正な温度等であることを確認。 |
| 廃棄物及び焼却灰、ダストの閉じ込め機能確認 | 廃棄物及び焼却灰、ダストの漏えいがないことを確認。 |
| 焼却性能（300kg/h×2系統）の確認及び各種パラメータの確認 | 300kg/h×2系統で処理できることを確認。各種パラメータについても、所定の範囲内であることを確認。 |
| 排ガス、焼却灰の性状確認 | 排ガスについて、大気汚染防止法の基準値以下であることを確認。焼却灰の熱しゃく減量の測定について、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則の基準値以下であることを確認。 |
| 廃棄物及び灰等の搬送状況の確認 | 廃棄物及び灰等の搬送に問題ないことを確認。 |

系統除染係数については、コールド試験前に試験を実施し、バグフィルタは 10^4 【実施計画記載値】（測定結果： 10^3 ）、排ガスフィルタは 10^5 【実施計画記載値】（測定結果： 10^6 ）であることを確認した。

- 改善事項
 - ・廃棄物を投入口まで搬送する廃棄物傾斜コンベアの一部の部品について、強度を向上させる必要性が確認されたことから、構造等の見直しを行い、取替を実施。
 - ・廃棄物供給設備について、制御シーケンス及びセンサー位置の適正化を実施。 等

2. 雑固体廃棄物焼却設備設置工事の進捗状況(スケジュール)



※1 コールド試験・使用前検査：汚染のない模擬廃棄物を用いた焼却試験
 ※2 ホット試験：汚染のある実廃棄物を用いた焼却試験

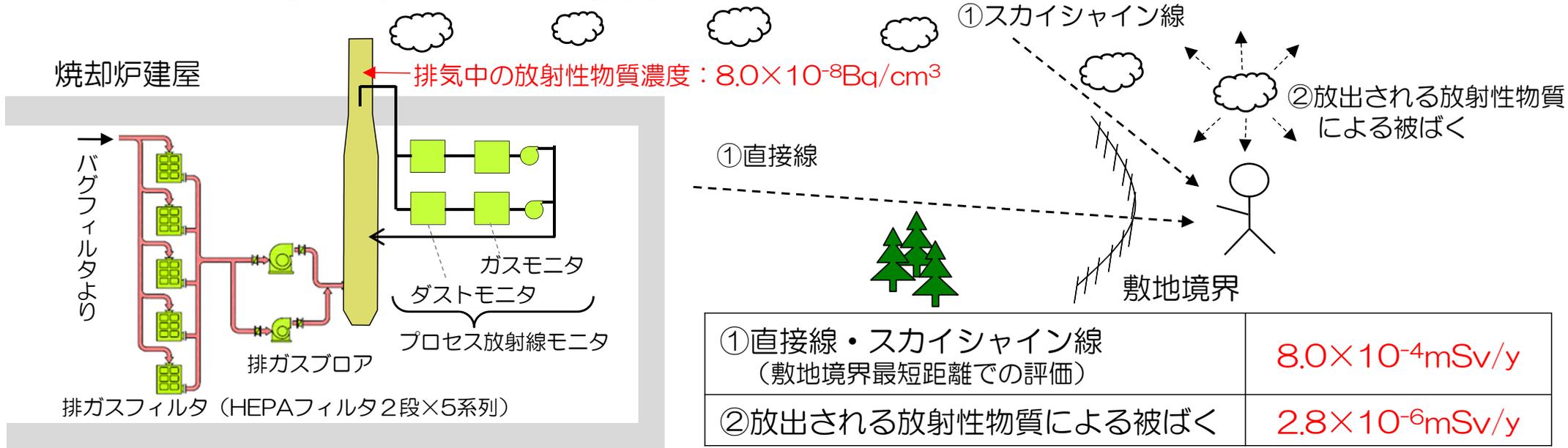
注：現場進捗等により工程が変更になる場合がある

3. ホット試験の実施

- 日程：2016年2月上旬 ～ 2月末
- 内容：福島第一原子力発電所構内に保管されている**実廃棄物**を焼却処理し、設備全体の機能、性能の確認を実施する。
- 確認事項
 - ・ 系統の負圧維持の確認
 - ・ 各運転モードの確認
 - ・ 環境（室温等）の確認
 - ・ 廃棄物及び焼却灰、ダストの閉じ込め機能の確認
 - ・ 焼却性能（300kg/h×2系統）の確認
及び各種パラメータの確認
 - ・ 廃棄物及び灰等の搬送状況の確認 等
- 焼却対象物（**実廃棄物**）
タイベック、下着類、布帽子、綿手袋、ゴム手袋、靴下、ヘルメット、マスク、靴等

4. 敷地境界線量評価

雑固体廃棄物焼却設備からの直接線・スカイシャイン線による被ばく（①）、放出される放射性物質による被ばく（②）の評価は以下の通り。



○焼却炉の処理能力300kg/h，系統全体の除染係数 10^6 （焼却炉からバグフィルタまでで10，排ガスフィルタで 10^5 ），系統の流量を考慮すると，評価上放出される排気中の放射性物質濃度は $8.0 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ となり，排気筒出口の各核種の放射性物質濃度は，告示に定める周辺監視区域外の空気中の濃度限度を下回り，各核種の告示濃度限度に対する割合の和は1 未満となる。

○雑固体廃棄物焼却設備からの追加的放出による線量評価値は，敷地境界線量の目標値 1mSv/y のうち気体廃棄物に関する評価値【実施計画記載値】 0.03mSv/y に比べ十分小さい値となる。

○実際に焼却する廃棄物の放射エネルギーは，上記評価に用いた条件（コンテナ表面線量率 1mSv/h ）より低いため，放出される放射性物質濃度は $8.0 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ より低い値となる。

○また，雑固体廃棄物焼却設備から放出される放射性物質はプロセス放射線モニタ（ダストモニタ・ガスモニタ）にて常時監視し，万が一，当該モニタにて異常値を検知した場合は焼却運転を自動停止する設計としている。

5. 排ガス及び焼却灰に関する運用管理

●排ガスのモニタリング

- ▶保安規定に基づき、試料放射能測定装置を用いて、排気中（排気筒から採取）の粒子状の放射性物質濃度を週1回測定を行う。また、当該放射性物質濃度のデータを週1回の頻度で公開する。
- ▶常時監視するプロセス放射線モニタにて異常値を検知（警報発生）した場合には、地元自治体へ通報・公表する。

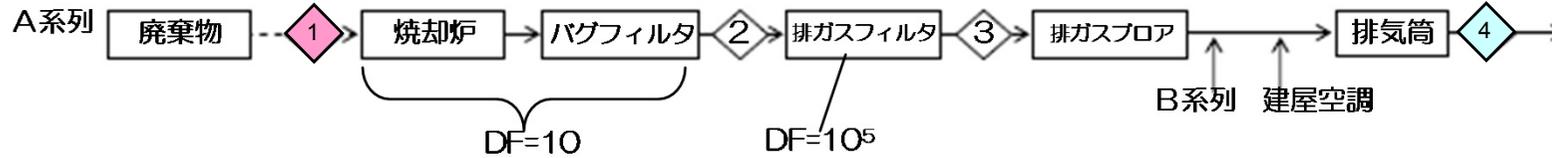
●焼却灰の保管

焼却処理により発生する焼却灰はドラム缶に詰めて密閉し、表面線量率の測定を行ったうえで、固体廃棄物貯蔵庫などの遮へい機能を有する設備に貯蔵保管する。



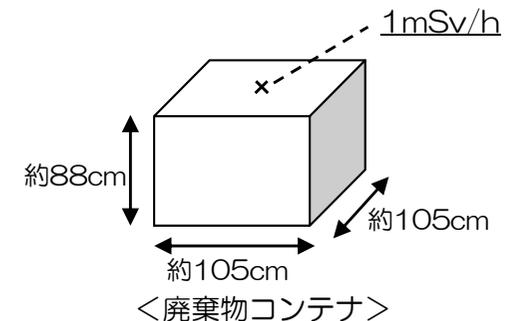
【参考】

廃棄物中の放射能濃度・焼却炉処理能力・除染係数を考慮すると、排気筒出口において、「告示に定める周辺監視区域外の空気中の濃度限度」を下回り、各核種の告示濃度限度に対する割合の和が1未満となる。



| 流体番号 | 1 (Bq/kg) | 2 (Bq/cm ³) | 3 (Bq/cm ³) | 4 (Bq/cm ³) | 告示濃度限度 (Bq/cm ³) | 告示濃度限度 に対する割合 |
|----------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------|
| 流量 (Nm ³ /h) | — | 20810 | 20810 | 176249 | — | — |
| Mn-54 | 4.0E+04 | 5.8E-05 | 5.8E-10 | 1.4E-10 | 8.0E-05 | 1.7E-06<1 |
| Co-58 | 1.9E+02 | 2.7E-07 | 2.7E-12 | 6.5E-13 | 6.0E-05 | 1.1E-08<1 |
| Co-60 | 1.1E+05 | 1.6E-04 | 1.6E-09 | 3.7E-10 | 4.0E-06 | 9.4E-05<1 |
| Sr-89 | 1.6E+03 | 2.3E-06 | 2.3E-11 | 5.4E-12 | 2.0E-05 | 2.7E-07<1 |
| Sr-90 | 9.9E+06 | 1.4E-02 | 1.4E-07 | 3.4E-08 | 8.0E-07 | 4.2E-02<1 |
| Ru-103 | 1.4E+00 | 2.0E-09 | 2.0E-14 | 4.8E-15 | 4.0E-05 | 1.2E-10<1 |
| Ru-106 | 3.7E+05 | 5.3E-04 | 5.3E-09 | 1.3E-09 | 2.0E-06 | 6.3E-04<1 |
| Sb-124 | 2.1E+02 | 3.0E-07 | 3.0E-12 | 7.1E-13 | 2.0E-05 | 3.6E-08<1 |
| Sb-125 | 3.5E+05 | 5.0E-04 | 5.0E-09 | 1.2E-09 | 3.0E-05 | 4.0E-05<1 |
| I-131 | 3.8E-21 | 5.5E-29 | 5.5E-29 | 1.3E-29 | 5.0E-06 | 2.6E-24<1 |
| Cs-134 | 3.4E+06 | 4.9E-03 | 4.9E-08 | 1.2E-08 | 2.0E-05 | 5.8E-04<1 |
| Cs-136 | 2.5E-13 | 3.6E-22 | 3.6E-27 | 8.5E-28 | 1.0E-04 | 8.5E-24<1 |
| Cs-137 | 9.4E+06 | 1.4E-02 | 1.4E-07 | 3.2E-08 | 3.0E-05 | 1.1E-03<1 |
| Ba-140 | 1.6E-11 | 2.3E-20 | 2.3E-25 | 5.4E-26 | 1.0E-04 | 5.4E-22<1 |
| α | 2.6E+02 | 3.7E-07 | 3.7E-12 | 8.9E-13 | 3.0E-09 | 3.0E-04<1 |
| 合計 | 2.4E+07※1 | 3.4E-02 | 3.4E-07 | 8.0E-08※2 | — | 4.5E-02<1 |

※1：受け入れる廃棄物のコンテナの表面線量率を1mSv/hとして算出。



※2：A系列・B系列それぞれ300kg/hで焼却処理し、2系列合わせた値。敷地境界においては、大気拡散効果から、濃度はさらに低下する。



IRID

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

平成28年1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、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。

概要

- 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試料の分析が不可欠である。
- 多核種除去設備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。放射能と性状の把握を、スラリー、吸着材毎に順次進める計画である。
- 多核種除去設備（既設及び増設）にて発生した炭酸塩沈殿スラリーの試料を採取して分析し、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

| | | | | | |
|-------|------------------|--|-----|--|----------|
| 23-26 | 汚染水 | <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 濃縮廃水(RO) 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 | 汚染水 | <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) | 9 | http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0730_3_4c.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 | |
| | 汚染水 | <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) | 17 | | 分析中 |
| | 瓦礫 | <ul style="list-style-type: none"> 1、2、3号機原子炉建屋1階瓦礫 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 | 50 | | 分析中 |
| | 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) | 5 | | 今回2試料分報告 |

分析試料の情報及び分析内容

| 試料名 | | | 採取日 | 採取者 | 線量率※ (mSv/h) |
|-----|-------------------|----------|----------|------|-----------------|
| 1 | 既設ALPS炭酸塩スラリー | EAL-S2-2 | H27.2.19 | JAEA | 18 |
| 2 | 増設ALPS炭酸塩スラリー | AAL-S1-1 | H27.5.13 | JAEA | 22 |
| 参考 | 報告済 既設ALPS炭酸塩スラリー | AL-S2-1 | H26.6.11 | JAEA | |

※ 5mlを10mlバイアル瓶に収納したときの表面線量率。測定日はH27年5月27日。

- 高性能容器 (HIC) にスラリーを充填し終わった時に試料を採取し、放射能・元素濃度を分析した。
- 以下の核種を対象として分析している。
 - γ線放出核種： ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{94}Nb , ^{125}Sb , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu
 - β線放出核種： ^{90}Sr
 - α線放出核種： ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm
- 固液比、上澄液のpH、粒度分布の測定も実施した。

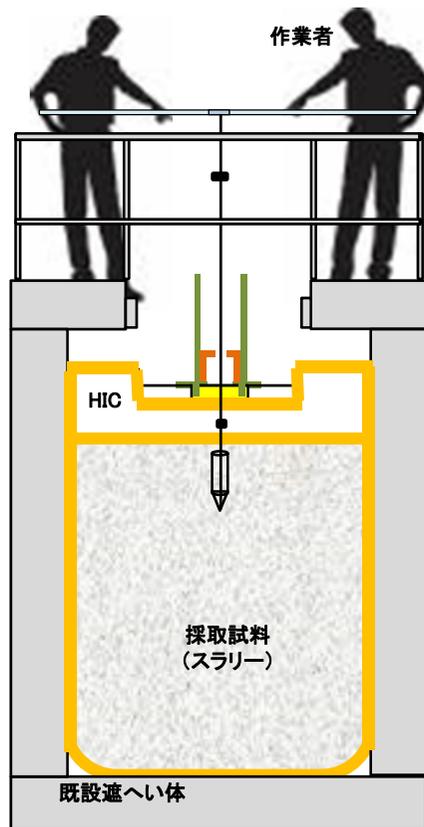
試料の採取

- 多核種除去設備(既設)にて発生したスラリーを2試料採取した。高性能容器(HIC)にスラリーが充填され交換する時に、専用治具を用いて採取した。

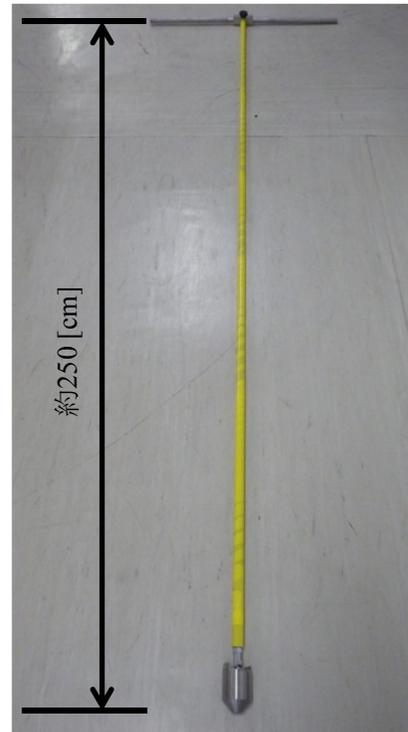
試料採取時の作業員被ばく線量

| 作業員 (3~4名) | 実効線量(mSv) | | 等価線量* (手部)(mSv) |
|---------------|----------------|----------------|--------------------|
| | 既設 EAL-S2-2 | 増設 AAL-S1-1 | |
| 平均 | 0.14 | 0.12 | 4.5 |
| 最大 | 0.17 | 0.15 | 13.5 |

* 等価線量は、試料調製作業を含む当該月全体での値。



HICからの採取作業

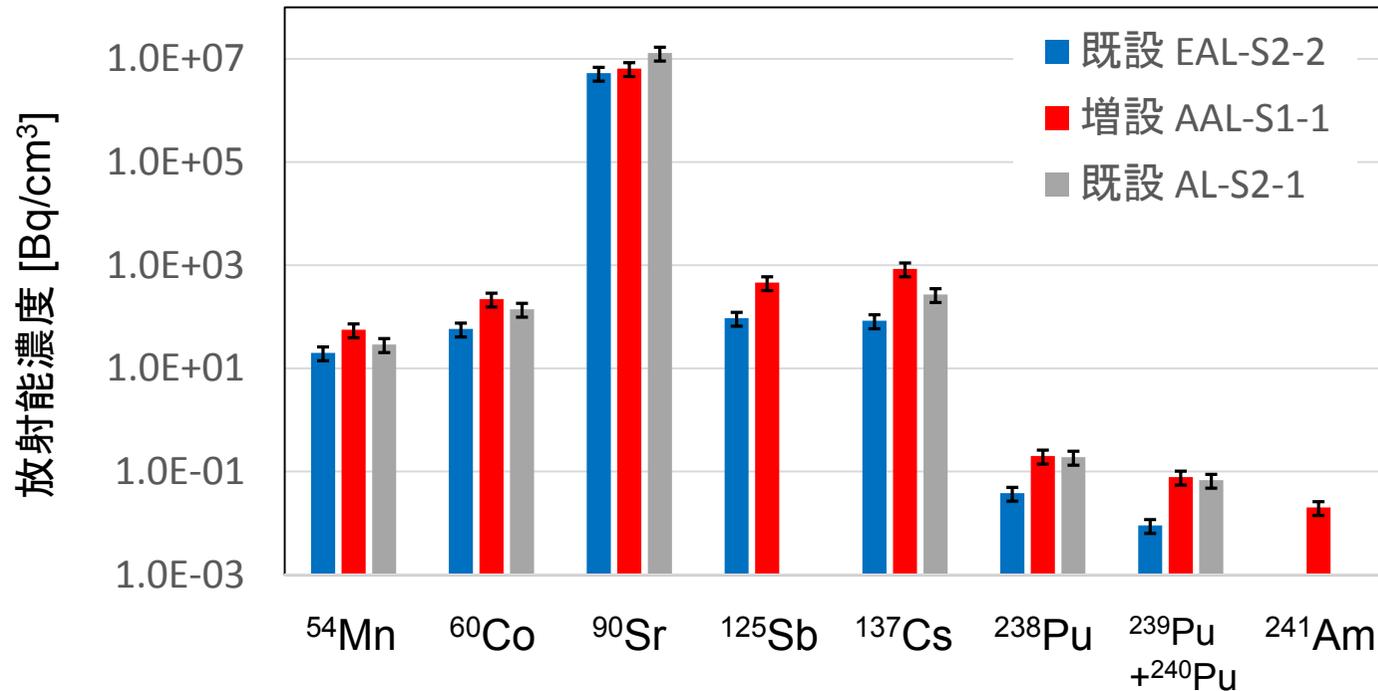


採取のための治具



現地での採取の様子

放射性核種分析結果



※エラーバーは計数值誤差

- いずれの試料についても ^{90}Sr が支配的であり、 ^{137}Cs 等の他の核種に比べて3桁以上も高い。
- ^{94}Nb , ^{152}Eu , ^{154}Eu : 全ての試料で不検出。
- 試料により値に差異がみられる。

固液比及び上澄液のpH

●固液比

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。

| No. | 試料名 | 重量比(%) | | 【参考】容量比(%) * | |
|-----|-------------|--------|------|--------------|------|
| | | 固体 | 液体 | 固体 | 液体 |
| 1 | 既設 EAL-S2-2 | 8.1 | 91.9 | 3.3 | 96.7 |
| 2 | 増設 AAL-S1-1 | 12.1 | 87.9 | 5.1 | 94.9 |
| 参考 | 既設 AL-S2-1 | 13.7 | 86.3 | 5.9 | 94.1 |

* 主な仮定物質の構成比より比重を設定し算出

●上澄液のpH

スラリー試料を一定量分取し、ろ過法により上澄液を回収し、pHを測定した。

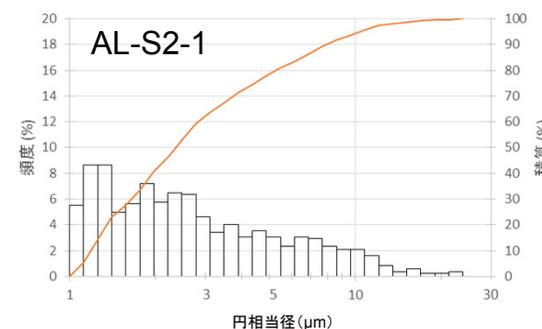
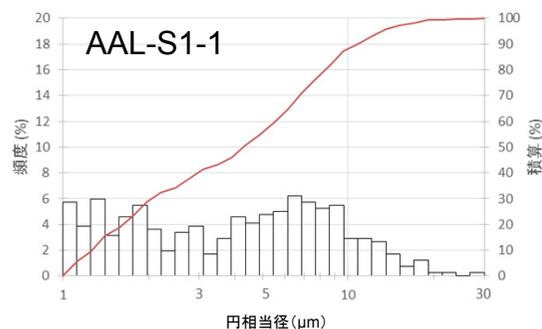
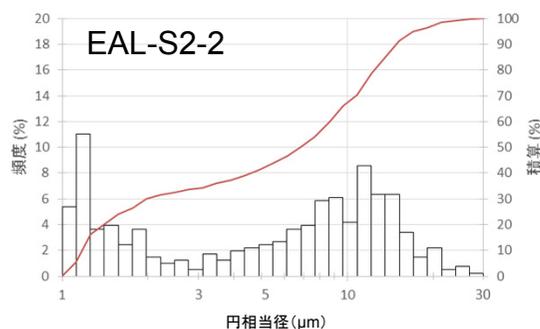
| No. | 試料名 | pH |
|-----|-------------|-------|
| 1 | 既設 EAL-S2-2 | 11.2 |
| 2 | 増設 AAL-S1-1 | 9.2 ※ |

※通常より若干低い値であることから、東電にて運転履歴等を確認中。

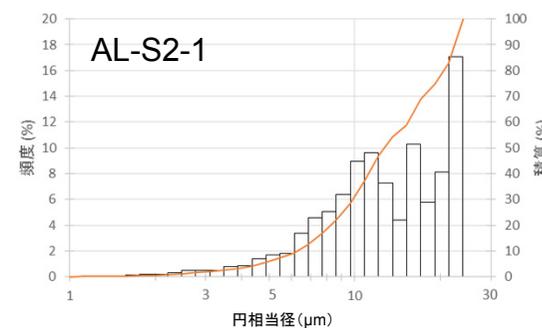
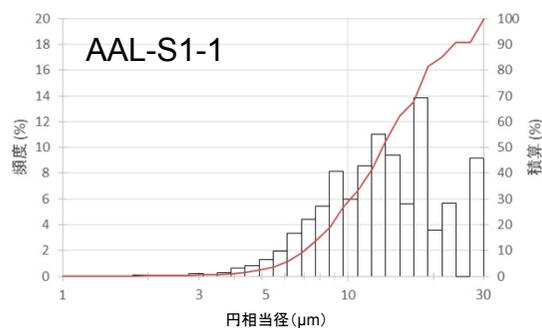
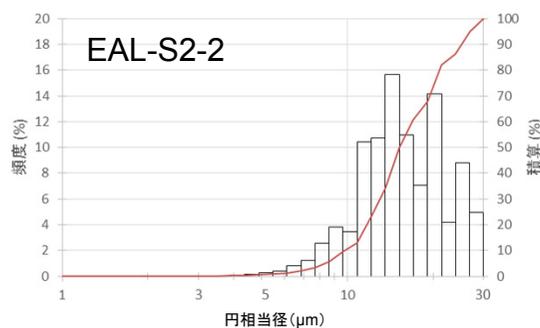
粒度分布

| No. | 試料名 | 粒子径測定結果(μm) | | |
|-----|-------------|---------------|-----------------|-------|
| | | 平均径 (個数基準) | メジアン径 (個数基準) | 最大粒子径 |
| 1 | 既設 EAL-S2-2 | 7.40 | 6.85 | 29.4 |
| 2 | 増設 AAL-S1-1 | 5.27 | 4.30 | 26.9 |
| 参考 | 既設 AL-S2-1 | 3.62 | 2.36 | 23.2 |

個数基準

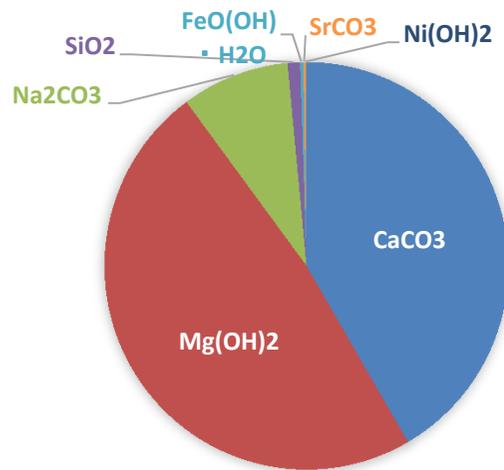


体積基準

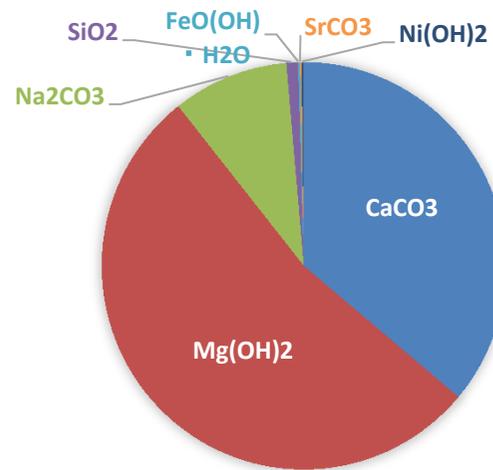


- 今回測定した試料には、2つのピークがあるように見える。
- 既設AL-S2-1に比べ、平均径、最大粒径ともに大きい。

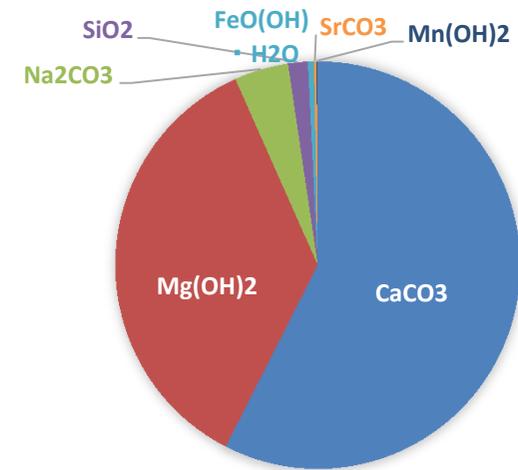
元素分析結果(スラリーの推定物質構成、重量比)



既設 EAL-S2-2



増設 AAL-S1-1



参考
既設 AL-S2-1

※代表的な物質を想定。

- いずれもCaCO₃とMg(OH)₂で約9割を占める。
- CaCO₃とMg(OH)₂の比率に差がみられる。供給水中の組成の影響と推定される。

まとめ

■ 検出された核種

^{54}Mn , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{125}Sb , ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am

- 供給液中のCa及びMg濃度に依存するプロセスであるため、放射性核種濃度や粒度分布も供給液(RO濃縮塩水)組成の影響を受けて変動している可能性がある。

■ 今後の計画

- 試料によって、放射性核種濃度や粒度分布に違いが確認されたことから、新たなスラリー試料及び供給液(RO濃縮塩水)の分析・評価を順次進めていく。
- 水処理二次廃棄物の簡易的なインベントリ評価手法の確立に資するため、評価したインベントリの妥当性検証に分析結果を活用する。

参考資料

多核種除去設備スラリー試料の 放射能分析・元素分析

参考 γ 線放出核種分析結果

| 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 既設 EAL-S2-2 | (2.0 ± 0.4) × 10 ¹ | (5.8 ± 0.3) × 10 ¹ | < 1 × 10 ¹ | (9.4 ± 0.2) × 10 ¹ | (8.4 ± 0.1) × 10 ¹ |
| 2 増設 AAL-S1-1 | (5.6 ± 0.4) × 10 ¹ | (2.2 ± 0.1) × 10 ² | < 2 × 10 ¹ | (4.6 ± 0.2) × 10 ² | (8.5 ± 0.1) × 10 ² |
| 再掲 既設 AL-S2-1 | (2.9 ± 0.6) × 10 ¹ | (1.4 ± 0.1) × 10 ² | < 2 × 10 ¹ | < 2 × 10 ² | (2.7 ± 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 既設 EAL-S2-2 | < 3 × 10 ¹ | < 2 × 10 ¹ |
| 2 増設 AAL-S1-1 | < 3 × 10 ¹ | < 2 × 10 ¹ |
| 再掲 既設 AL-S2-1 | < 4 × 10 ¹ | < 3 × 10 ¹ |

- ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co, ¹²⁵Sb, ¹³⁷Cs : 全ての試料で検出。
- ⁹⁴Nb, ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Eu : 全ての試料で不検出。
- 試料により値が異なる傾向がみられる。

試料の輸送日において補正。(EAL-S2-2とAAL-S1-1は2015.7.28の値、AL-S2-1は2014.9.25の値。)
分析値の±の後の数値は、計数値誤差である。

参考 α 線及び β 線放出核種分析結果

| 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 | 既設 EAL-S2-2 | $(3.8 \pm 0.5) \times 10^{-2}$ | $(9.0 \pm 2.5) \times 10^{-3}$ | $< 9 \times 10^{-3}$ | $< 5 \times 10^{-3}$ | $(5.3 \pm 0.1) \times 10^6$ |
| 2 | 増設 AAL-S1-1 | $(2.0 \pm 0.1) \times 10^{-1}$ | $(7.8 \pm 0.6) \times 10^{-2}$ | $(2.0 \pm 0.4) \times 10^{-2}$ | $< 6 \times 10^{-3}$ | $(6.5 \pm 0.1) \times 10^6$ |
| 再掲 | 既設 AL-S2-1 | $(1.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$ | $(6.8 \pm 0.9) \times 10^{-2}$ | $< 2 \times 10^{-2}$ | $< 1 \times 10^{-2}$ | $(1.3 \pm 0.1) \times 10^7$ |

α 線放出核種に関して

- 増設炭酸塩の濃度は報告済既設炭酸塩と同程度。
- 既設炭酸塩の濃度は報告済既設炭酸塩の1/5程度。

⁹⁰Srに関して

- 報告済既設炭酸塩の1/2程度。

試料の輸送日において補正。(EAL-S2-2とAAL-S1-1は2015.7.28の値、AL-S2-1は2014.9.25の値。)
分析値の±の後の数値は、計数値誤差である。

参考 元素分析結果

| 試料名 | | 元素組成比〔wt%〕 | | | | | | | |
|-----|-------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Na | Mg | Si | Ca | Mn | Fe | Ni | Sr |
| 1 | 既設 EAL-S2-2 | 3.7 | 20.0 | 0.47 | 16.6 | ND | 0.14 | 0.04 | 0.11 |
| 2 | 増設 AAL-S1-1 | 4.0 | 22.2 | 0.43 | 14.5 | ND | 0.08 | 0.11 | 0.07 |
| 再掲 | 既設 AL-S2-1 | 2.0 | 16.2 | 0.81 | 25.0 | 0.05 | 0.28 | ND | 0.14 |

| 試料名 | | 物質構成比〔wt%〕（代表的な物質を想定） | | | | |
|-----|-------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | | Na ₂ CO ₃ | Mg(OH) ₂ | SiO ₂ | CaCO ₃ | Mn(OH) ₂ |
| 1 | 既設 EAL-S2-2 | 8.6 | 48.1 | 1.0 | 41.5 | 0 |
| 2 | 増設 AAL-S1-1 | 9.3 | 53.3 | 0.93 | 36.2 | 0 |
| 再掲 | 既設 AL-S2-1 | 4.7 | 38.9 | 1.7 | 62.5 | 0.09 |
| | | FeO(OH)・H ₂ O | Ni(OH) ₂ | SrCO ₃ | 合計 | |
| 1 | 既設 EAL-S2-2 | 0.26 | 0.06 | 0.18 | 99.8 | |
| 2 | 増設 AAL-S1-1 | 0.16 | 0.18 | 0.12 | 100.2 | |
| 再掲 | 既設 AL-S2-1 | 0.53 | 0 | 0.24 | 108.7 | |

参考 分析方法

■ 方法

- 炭酸塩沈殿スラリーを硝酸で溶解した後に、対象核種に応じて分離操作を適宜行い分析した。
- 濃度はスラリーの体積あたりとして求めた。

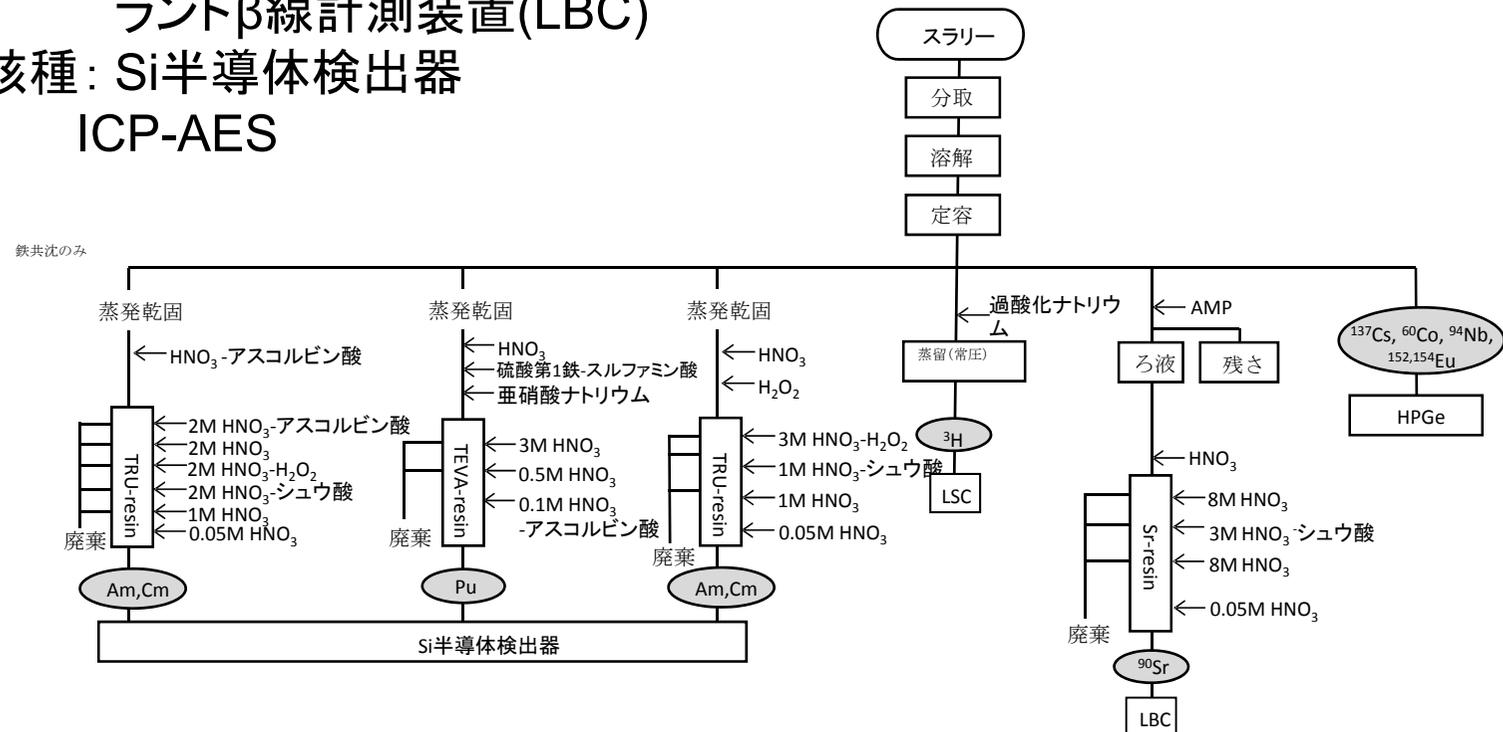
■ 分析装置

γ線放出核種：高純度Ge検出器(HPGe)

β線放出核種：液体シンチレーションカウンタ(LSC)又はガスフロー式低バックグラウンドβ線計測装置(LBC)

α線放出核種：Si半導体検出器

元素分析： ICP-AES



参考 粒度分布測定方法

■ 方法

- 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、マイクروسコープで画像を撮影した。
- 得られた画像を、画像解析ソフトにより、バックグラウンド除去、モノクロ画像化、2値化、モフォロジー、穴埋め等の処理を行った。
- 重なり合った粒子及び粒子同士が接している粒子は削除・棄却した。

■ 装置、解析ソフト

- デジタルマイクروسコープKH-1300(ハイロックス社製)
 - 同軸落射ズームレンズ:MX-10C
 - 対物レンズ:OL-70II(70-700倍)、OL-700II(700-7000倍)
 - リング照明:NR-405-OL(拡散アダプタ:R-OL-D)
- 画像解析・計測ソフトウェアWinROOF2013(三谷商事社製)



左図 フィルタをマイラー膜ホルダに密閉した様子

右図 撮影した画像(例)

