

廃棄物試料の分析結果

1～4号機のスラッジを含有する滞留水
汚染水の ^{237}Np 及び ^{129}I

令和元年6月27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28年度補正予算補正予算「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性状把握が不可欠である。
- 廃棄物の性状を把握するため、瓦礫、伐採木、保護衣等焼却灰、水処理二次廃棄物等の廃棄物、今後の廃炉作業の進捗により廃棄物となることが想定される建屋等から試料を採取し、分析を継続している。
- 原子炉建屋(R/B)、タービン建屋(T/B)及び廃棄物処理建屋(Rw/B)地下は汚染水と接触しており、その汚染状況は、これら建屋の廃止措置に伴う廃棄物の性状を推測する上で重要である。4号機R/B地下、2～4号機T/B地下及び1～4号Rw/B地下で採取した滞留水と、それに含まれるスラッジを分析した結果を報告する。
- また、既に分析結果を報告した滞留水及び処理水を対象として、 ^{237}Np 及び ^{129}I の分析を加えて行ったのでその結果を報告する。

1～4号機滞留水・スラッジ – 試料の性状

- 原子炉建屋(R/B)、タービン建屋(T/B)及び廃棄物処理建屋(Rw/B)の地下は汚染水と接触しており、その汚染状況は、これら建屋の廃止措置に伴う廃棄物の性状を推測する上で重要である。
- これらの汚染状況を把握するため、2017年10～11月の建屋滞留水処理に伴い建屋地下階にて採取された、スラッジを含む滞留水を分析した。

試料名	採取日	採取場所	試料量 (mL)	スラッジ 含有量(g)	線量率※ (μ Sv/h)
LI-1WB8-1	2017.11.9	1号廃棄物処理建屋 最地下階 (T.P.-36)	50	0.0875	52
LI-2WB8-1	2017.7.10	2号廃棄物処理建屋 最地下階 (T.P.-1736)	50	0.0908	135
LI-3TB8-2	2017.10.27	3号タービン建屋 最地下階 (T.P.-1737)	50	0.0768	370
LI-2TB8-1	2017.10.10	2号タービン建屋 中間地下階 (T.P.448)	50	0.061	3.5
LI-2TB8-2	2017.10.30	2号タービン建屋 最地下階 (T.P.-1752)	50	0.088	7.3
LI-3TB8-1	2017.10.13	3号タービン建屋 中間地下階 (T.P.463)	50	0.002	12
LI-4TB8-1	2017.10.11	4号タービン建屋 中間地下階 (T.P.448)	50	0.056	1.6
LI-4RB8-1	2017.10.25	4号原子炉建屋 最地下階 (T.P.-1736)	50	0.04	2.0
LI-3WB8-1	2017.11.1	3号廃棄物処理建屋 最地下階 (T.P.-1736)	50	0.038	100
LI-4WB8-1	2017.11.7	4号廃棄物処理建屋 最地下階 (T.P.-1736)	50	0.163	16

※ 約50cm³を50cm³バイアル瓶に収納した時の表面線量率(γ)

1～4号機滞留水・スラッジ — 分析内容と試料外観

- 滞留水に含まれるスラッジは、沈降して地下の床等に堆積している可能性がある。核種によってスラッジに移行する割合は異なると考えられ、水とスラッジの核種組成の違いに着目して分析した。
- 滞留水試料を 0.45 μmのフィルタでろ過し、ろ液(以下、「滞留水(ろ過後)」という。)とスラッジに分離した。LI-1WB8-1、LI-2WB8-1及びLI-3TB8-2のスラッジは酸等で溶解し、分析した。
- LI-1WB8-1、LI-2WB8-1及びLI-3TB8-2は、以下の核種を分析した。その他は、以下のうち下線の核種を分析した。

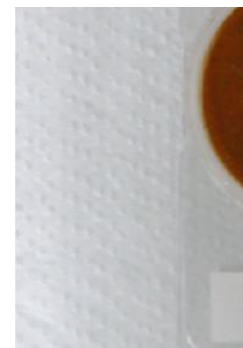
^{60}Co , ^{94}Nb , ^{125}Sb , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{235}U , ^{238}U , ^{238}Pu , $^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm



滞留水試料



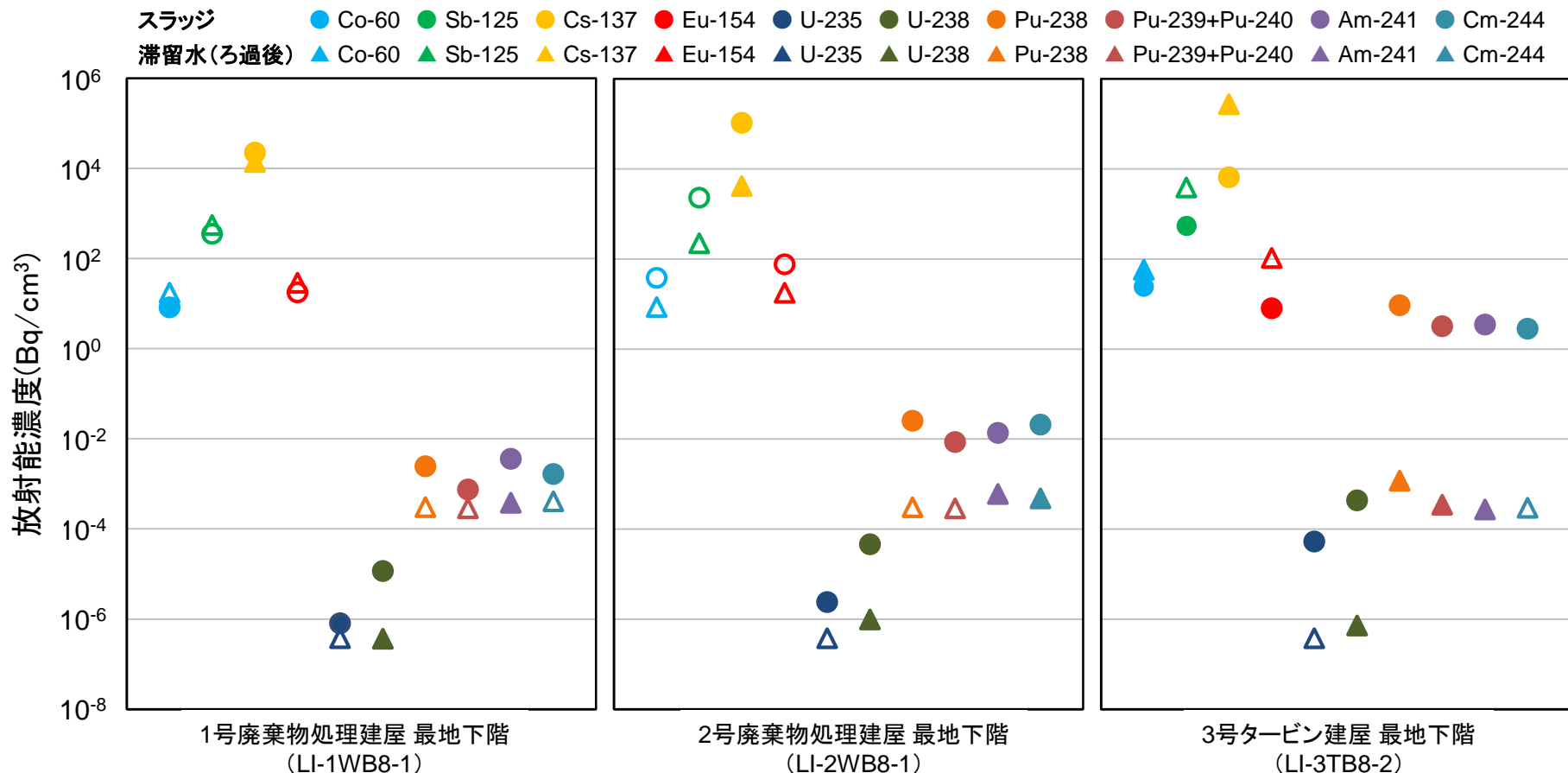
(ろ過後)



スラッジ

図 滞留水試料、滞留水(ろ過後)及びスラッジの外観(例: LI-1WB8-1)

1～4号機滞留水・スラッジ — 放射能濃度(1/2)

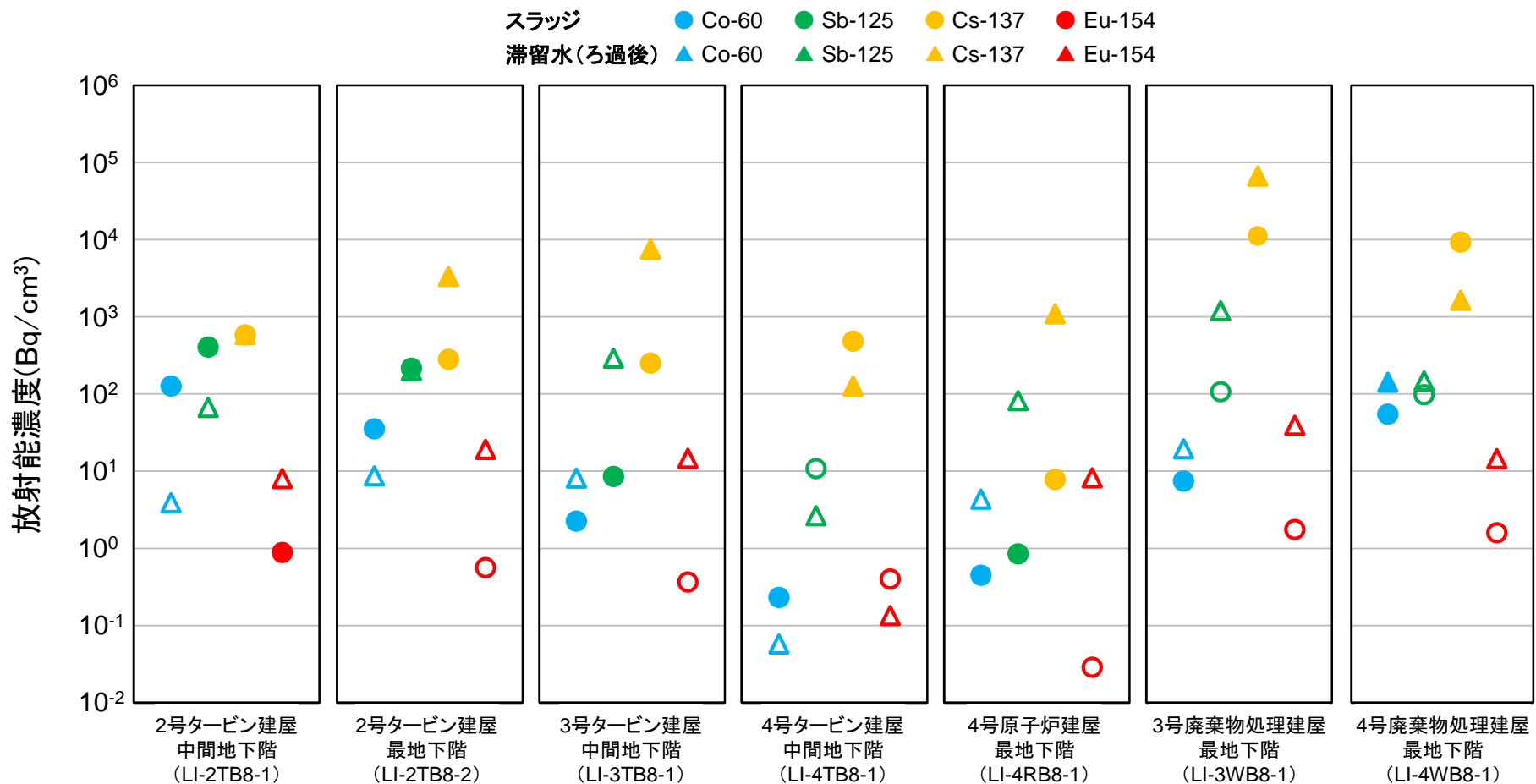


注) 放射能濃度はろ過前の滞留水体積で除して算出した。白抜きは検出下限値未滿を示す。放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。

図 各建屋の地下階から採取した滞留水(ろ過後)及びスラッジから検出された核種の濃度

- 滞留水(ろ過後)よりスラッジで、多くの α 核種を検出した。 ^{154}Eu を検出した3号タービン建屋スラッジの α 核種濃度は、1及び2号廃棄物処理建屋より高い傾向が見られる。
- ^{94}Nb , ^{152}Eu はすべての試料で不検出であった。

1～4号機滞留水・スラッジ — 放射能濃度(2/2)

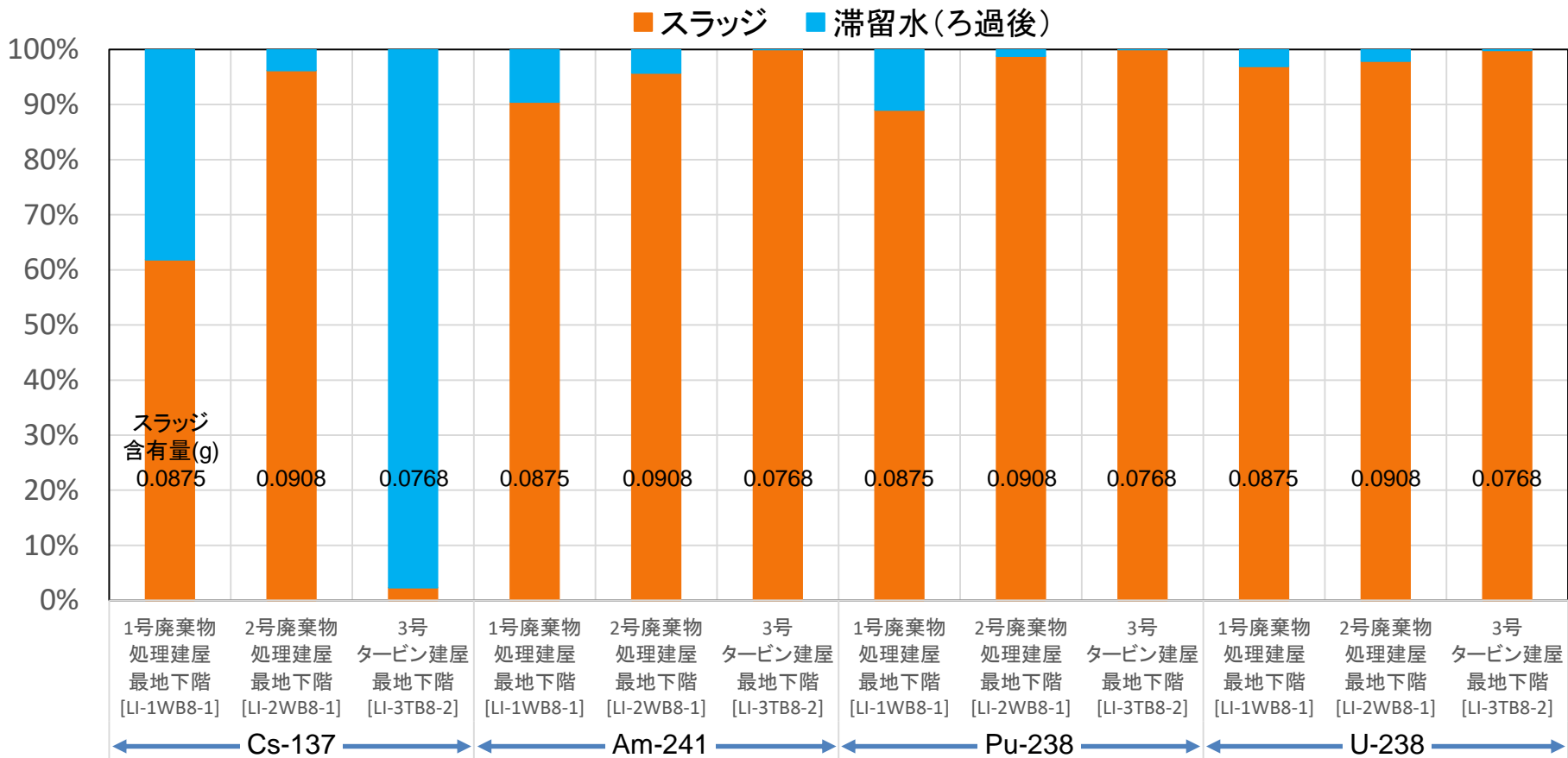


注) 濃度はろ過前の滞留水体积で除して算出した。白抜きは検出下限値未満を示す。放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。

図 各建屋の地下階から採取した滞留水(ろ過後)及びスラッジから検出された核種の濃度

- すべてのスラッジで ^{60}Co と ^{137}Cs を検出した。スラッジの一部で ^{125}Sb 、 ^{154}Eu を検出した。
- ^{94}Nb 、 ^{152}Eu はすべての試料で不検出であった。

1～4号機滞留水・スラッジ — 放射能収支(1/2)

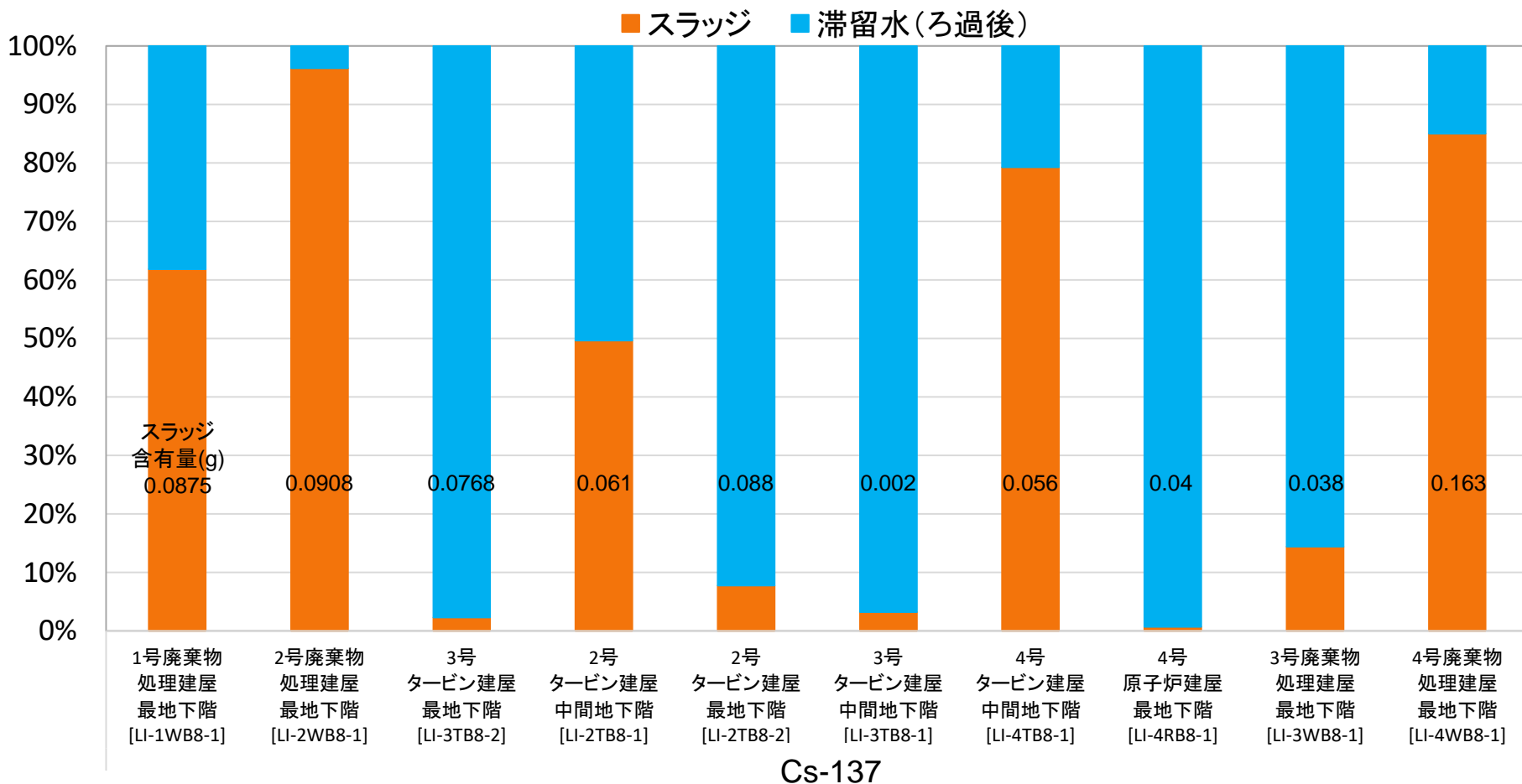


注) 代表核種のみ50cm³あたりの放射エネルギーの比を示した。白抜きプロットは検出下限値未満を用いている。

図 滞留水(ろ過後)及びスラッジに含まれる核種の収支

- α核種の多くはスラッジに含まれている。
- 滞留水(ろ過後)及びスラッジの主要な汚染核種である¹³⁷Csの収支は、号機、建屋により異なる。
- スラッジの核種組成は場所によって異なるので、スラッジと接触する建屋構造物等の汚染の核種組成は、一様ではないと見られる。

1～4号機滞留水・スラッジ — 放射能収支(2/2)



注) 50cm³あたりの放射エネルギーの比率を示した。

図 滞留水(ろ過後)及びスラッジに含まれる核種の収支

1～4号機滞留水・スラッジ — Cs の移行の違い

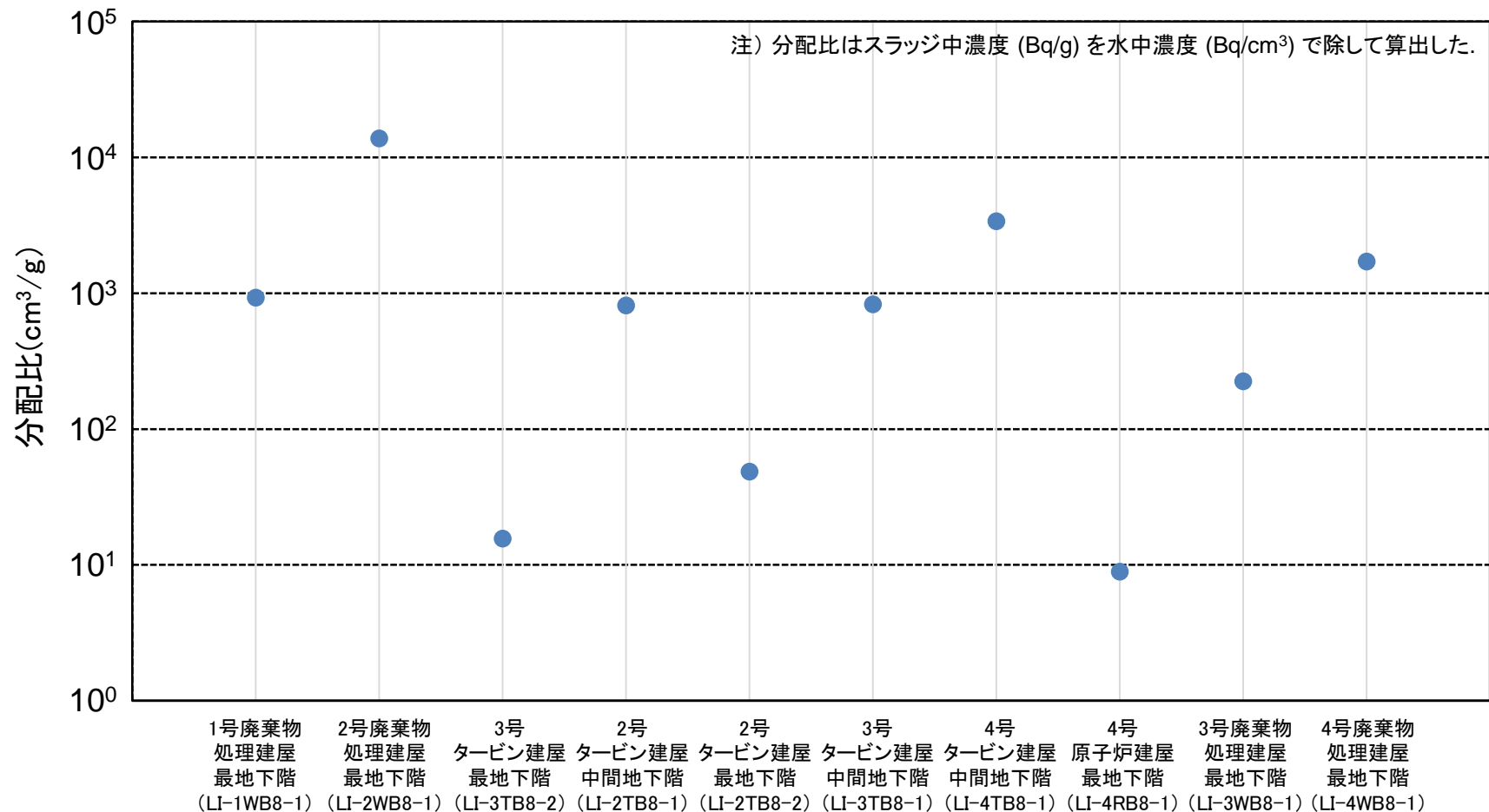


図 滞留水(ろ過後)及びスラッジに含まれる¹³⁷Csの分配比

- 滞留水(ろ過後)及びスラッジの主要な汚染核種である¹³⁷Csの分配比は、号機、建屋で3桁ほどばらついている。
- Csが滞留水から移行する割合が一定ではなく、スラッジの成分がCsの移行に影響しているものとみられる。

1～4号機滞留水・スラッジ — 元素分析



注) スラッジを溶解した溶解液及び滞留水(ろ過後)中の元素成分を、ICP-AESを用い、1点検量で簡易的に測定した。各元素の割合は、検出した元素の合計を100%として算出した。

図 滞留水及びスラッジの元素分析結果

- スラッジの主成分はFe、Si及びAlである。配管等のプラント構成材や粘土、砂等の成分と考えられる。
- 滞留水の主成分はNaである。注水に用いた海水によるものと考えられる。
- Si と Al は土壌様物質の成分であり、Cs を選択的に吸着する可能性があることから、類似する事象の発生が伺われる。アクチニド核種は Fe の化合物に捕捉されているとみられる。

汚染水の ^{237}Np 分析 — 概要(1/2)

- α 線放出核種の移行挙動の評価や汚染分布の推定に役立てるため、建屋地下の滞留水及び処理水を対象として ^{237}Np を分析した。
- Np は水中でのイオン形態が U や Pu 等と異なる可能性があり、他の α 核種との違いに着目して分析した。

表 ^{237}Np 分析対象試料

No.	試料名	採取日	採取場所
1	LI-RW2-1	H25.7.9	集中RW地下高汚染水
2	LI-RW3-1	H26.9.3	集中RW地下高汚染水
3	LI-SA3-1	H26.8.5	SARRY S-4A出口水
4	LI-HTI6-2	H27.9.8	HTI建屋滞留水
5	LI-KU7-1	H28.7.25	KURION SMZスキッド出口水
6	LI-KU7-2	H28.7.25	KURION H2-4出口水
7	LI-SA-7-1	H28.7.25	SARRY S-2B出口水
8	LI-2TB7-1	H27.9.25	2号タービン建屋滞留水
9	LI-3TB7-1	H27.10.15	3号タービン建屋滞留水
10	LI-1RB-1	H28.12.8	1号機原子炉建屋滞留水

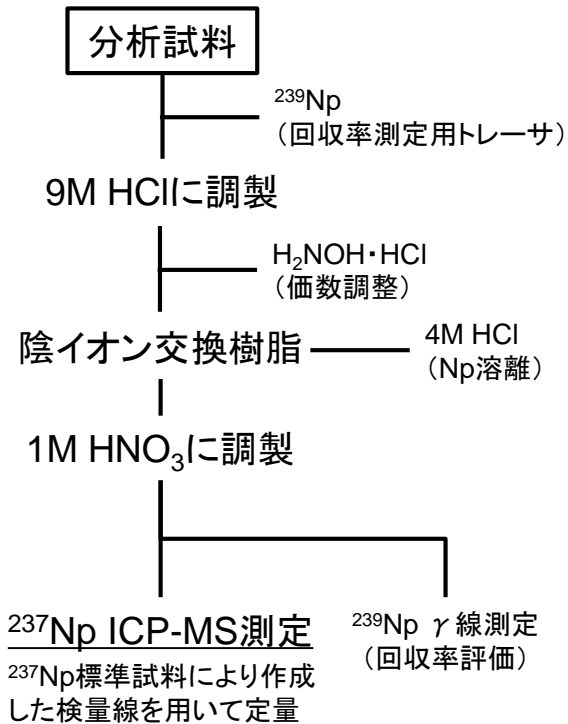


図 ^{237}Np 分析方法 (No.1~10)

汚染水の ^{237}Np 分析 — 概要(2/2)

^{237}Np 分析方法(No.11~18)

- ①No.11~18の試料のICP-MS測定により、 ^{236}U 及び ^{237}Np の計数比を算出。
- ②No.1~10の試料の分析から得た ^{236}U 及び ^{237}Np の計数比及び質量比の相関式を取得。
- ③相関式を用いてNo.11~18の試料について質量比を算出。

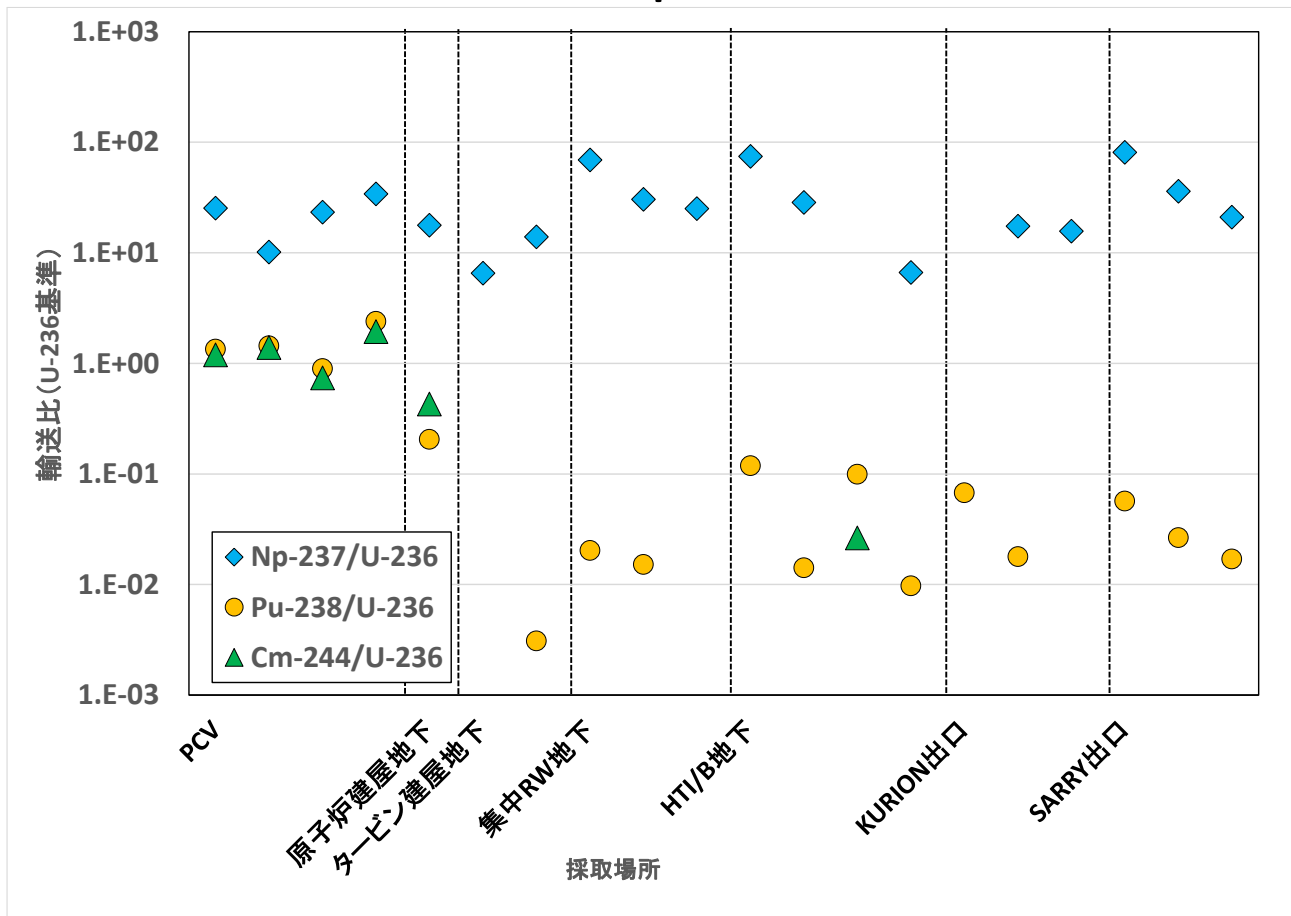
表 ^{237}Np 分析対象試料(続き)

No.	試料名	採取日	採取場所
11	LI-2RB5-1	H25.8.7	2号機PCV滞留水
12	LI-2RB5-2	H25.8.7	2号機PCV滞留水
13	LI-3RB5-1	H27.10.22	3号機PCV水面近傍水
14	LI-3RB5-2	H27.10.22	3号機PCVグレーチング近傍水
15	LI-RW4-1	H26.11.25	セシウム吸着装置入口水
16	LI-HTI2-1	H25.8.13	SARRY入口水
17	LI-HTI3-1	H26.8.5	Cs吸着装置入口水
18	LI-SA2-1	H25.8.13	第二セシウム吸着装置入口水

- ^{237}Np は、3号機PCV水面近傍水(LI-3RB5-1)から検出された。放射能濃度は $2.5 \times 10^{-3}\text{Bq}/\text{cm}^3$ であった。
- その他、検出された ^{237}Np の放射能濃度は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}\text{Bq}/\text{cm}^3$ のオーダーであった。
- これらの放射能濃度は全て、 ^{237}Np の告示濃度※である $9 \times 10^{-3}\text{Bq}/\text{cm}^3$ を下回っている。

※ 「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」に定められる周辺監視区域外の水中の濃度限度

汚染水の ^{237}Np 分析 — α 核種の挙動の比較



注) 輸送比の考え方

分析により求めた目的核種の放射エネルギーを、同様に求めた基準核種の放射エネルギーで除し、これをさらに、燃焼計算または放射化計算から求めた放射エネルギーによる同様の比で除した値(下式)。

この値が1に近いと、目的の核種と基準とする核種が同じ割合で汚染源から移行したことを示す。

$$\frac{\text{分析値}}{\text{計算値}} = \frac{\text{分析値(目的核種の放射エネルギー)}}{\text{分析値(基準核種の放射エネルギー)}} \div \frac{\text{計算値(目的核種の放射エネルギー)}}{\text{計算値(基準核種の放射エネルギー)}}$$

- PCV内(2号機及び3号機)におけるU、Pu及びCmの輸送比は1に近く、Uと似た挙動をとっている。
- Npの輸送比はUに比べて一桁以上高く、PCV外の建屋滞留水や処理水等においても同等の値で推移しており、Uに対して一定の割合で存在している。
- タービン建屋以降の汚染水では、Puの輸送比は約1/100に減少している。Puは原子炉建屋やタービン建屋において、沈降または吸着により除去されていると推察される。

汚染水の ^{129}I 分析

- 滞留水及び処理水中の放射性核種濃度を把握することで、これらが接触する建屋構造材や汚染水処理二次廃棄物の汚染状況の推定、処理・処分方法の検討に役立てるため、 ^{129}I を分析した。 ^{129}I は半減期が約 1.6×10^7 年であり、処分の安全評価において重要な核種の一つである。
- ^{129}I の分析試料は、これまでに分析に供した下記滞留水、処理水の47点である。
 - ✓ 1号機原子炉建屋滞留水、2～3号機PCV水、1～3号機タービン建屋滞留水、集中RW地下高汚染水、HTI/B地下滞留水、1号機PCVガス管理システム凝縮水、KURION出口水、SARRY出口水、AREVA出口水等
- 分析試料からヨウ素を化学分離し(図)、液体シンチレーションカウンタにより放射能を測定した。
- ^{129}I は、KURION出口水 1試料、AREVA出口水 2試料から検出された。放射能濃度は、KURION出口水が $1.6 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$ 、AREVA出口水が $2.7 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$ 、 $8.5 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^3$ であった。
- ^{129}I を検出した試料は、事故から4～6ヶ月後に採取された事故後初期の汚染水であった。

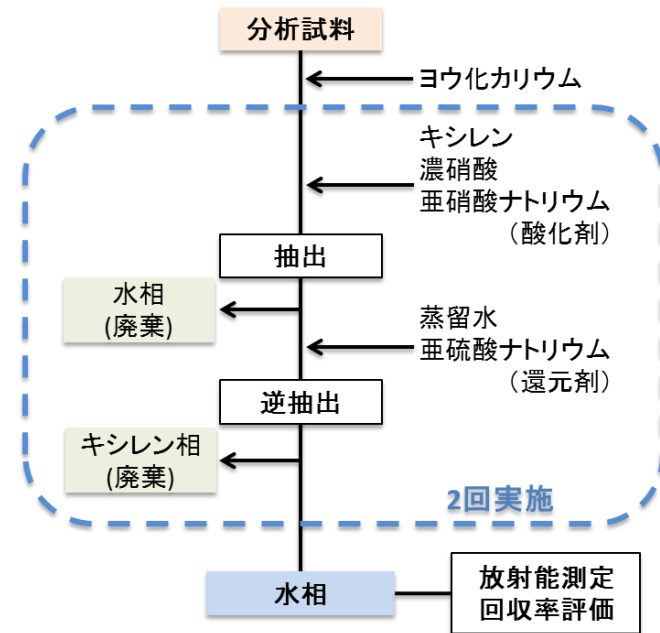


図 ^{129}I の分析方法

まとめ

- 4号機R/B地下、2～4号機T/B地下及び1～4号Rw/B地下で採取した滞留水(ろ過後)とそれに含まれるスラッジを分析した。
- スラッジと滞留水(ろ過後)中の ^{137}Cs 収支は、号機や建屋により異なる。一方で、 α 核種の多くはスラッジに含まれている。スラッジの主成分はFe、Si及びAlであり、配管等のプラント構成材や粘土、砂等の成分が起源であると推察される。 α 核種はFeを含む化合物、CsはSiとAl含む化合物により、それぞれ捕捉されている可能性が考えられる。分析を継続し、追って結果を報告する。
- 滞留水等の ^{237}Np を分析した。NpはUに比べて水中へ移行した割合が高いと見られる。また、滞留水及び処理水の ^{129}I を分析した。 ^{129}I は、事故から4～6ヶ月後に採取されたKURION出口水 1試料及びAREVA出口水 2試料から検出された。
- 今後も、廃棄物の性状の推定、廃棄物の処理・処分方法の検討、作業環境の安全確保等に活用するために、廃棄物の発生状況等を踏まえつつ、性状把握を継続していく。

参考 (分析結果の詳細)

滞留水及びスラッジ — 核種分析結果(1/5)

(1) スラッジの放射能濃度 [Bq/g]

試料名		放射能濃度[Bq/g]					
		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)	¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)
スラッジ	LI-1WB8-1	(4.7±1.1)×10 ³	< 3×10 ³	< 2×10 ⁵	(1.3±0.1)×10 ⁷	< 2×10 ⁴	< 1×10 ⁴
	LI-2WB8-1	< 3×10 ⁴	< 1×10 ⁴	< 2×10 ⁶	(5.8±0.1)×10 ⁷	< 8×10 ⁴	< 5×10 ⁴
	LI-3TB8-2	(1.6±0.1)×10 ⁴	< 5×10 ²	(3.5±0.2)×10 ⁵	(4.2±0.1)×10 ⁶	< 3×10 ³	(5.2±0.4)×10 ³
参考) 1号T/B スラッジ	LI-1TB5-1※	< 1×10 ³	< 7×10 ²	-	(3.7±0.1)×10 ⁶	< 6×10 ³	< 3×10 ³
	LI-1TB5-2※	(3.1±0.4)×10 ²	< 3×10 ¹	-	(3.7±0.1)×10 ⁶	< 2×10 ²	< 2×10 ²

(2) ろ過前の滞留水体積中の放射能濃度 [Bq/cm³]

試料名		放射能濃度[Bq/cm ³]					
		⁶⁰ Co	⁹⁴ Nb	¹²⁵ Sb	¹³⁷ Cs	¹⁵² Eu	¹⁵⁴ Eu
スラッジ	LI-1WB8-1	(8.2±1.9)×10 ⁰	< 5×10 ⁰	< 4×10 ²	(2.3±0.1)×10 ⁴	< 4×10 ¹	< 2×10 ¹
	LI-2WB8-1	< 4×10 ¹	< 2×10 ¹	< 3×10 ³	(1.1±0.1)×10 ⁵	< 2×10 ²	< 8×10 ¹
	LI-3TB8-2	(2.4±0.1)×10 ¹	< 8×10 ⁻¹	(5.4±0.2)×10 ²	(6.5±0.1)×10 ³	< 5×10 ⁰	(8.0±0.7)×10 ⁰
滞留水 (ろ過後)	LI-1WB8-1	< 2×10 ¹	< 8×10 ⁰	< 6×10 ²	(1.4±0.1)×10 ⁴	< 4×10 ¹	< 3×10 ¹
	LI-2WB8-1	< 9×10 ⁰	< 4×10 ⁰	< 3×10 ²	(4.2±0.1)×10 ³	< 2×10 ¹	< 2×10 ¹
	LI-3TB8-2	(5.7±1.2)×10 ¹	< 5×10 ¹	< 4×10 ³	(2.7±0.1)×10 ⁵	< 2×10 ²	< 1×10 ²

注) 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。分析値の±の後の数値は、計数誤差である。

- すべての試料で¹³⁷Csを検出した。スラッジ中の濃度は、これまでに分析した1号T/Bスラッジでの濃度とほぼ同等である。
- ¹²⁵Sb, ¹⁵⁴Euはスラッジ1試料のみで検出した。⁹⁴Nb, ¹⁵²Euはすべての試料で不検出であった。

滞留水及びスラッジ — 核種分析結果 (2/5)

(1) スラッジの放射能濃度 [Bg/g]

試料名		放射能濃度 [Bq/g]		$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 質量比
		^{235}U (約 7.0×10^8 年)	^{238}U (約 4.5×10^9 年)	
スラッジ	LI-1WB8-1	$(4.6 \pm 0.4) \times 10^{-4}$	$(6.6 \pm 0.3) \times 10^{-3}$	1.1×10^{-2}
	LI-2WB8-1	$(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-3}$	$(2.5 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	8.1×10^{-3}
	LI-3TB8-2	$(3.4 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	$(2.8 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	1.9×10^{-2}
参考) 1号T/B スラッジ	LI-1TB5-1 ^{※1}	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	$(3.2 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	7.1×10^{-3}
	LI-1TB5-2 ^{※1}	$(9.2 \pm 0.5) \times 10^{-3}$	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	6.9×10^{-3}

(2) ろ過前の滞留水体積中の放射能濃度 [Bq/cm³]

試料名		放射能濃度 [Bq/cm ³]	
		^{235}U	^{238}U
スラッジ	LI-1WB8-1	$(8.2 \pm 0.7) \times 10^{-7}$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-5}$
	LI-2WB8-1	$(2.4 \pm 0.3) \times 10^{-6}$	$(4.6 \pm 0.1) \times 10^{-5}$
	LI-3TB8-2	$(5.2 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$(4.4 \pm 0.2) \times 10^{-4}$
滞留水 (ろ過後)	LI-1WB8-1	$< 4 \times 10^{-7}$	$(3.7 \pm 0.3) \times 10^{-7}$
	LI-2WB8-1	$< 4 \times 10^{-7}$	$(9.8 \pm 0.3) \times 10^{-7}$
	LI-3TB8-2	$< 4 \times 10^{-7}$	$(7.2 \pm 0.3) \times 10^{-7}$

注) 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。分析値の±の後の数値は、計数誤差である。

- スラッジからは ^{235}U , ^{238}U を、滞留水から ^{238}U を検出した。
- 3号タービン建屋スラッジ中の $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 質量比は3号機燃料の値(1.9×10^{-2})^{※2}と同等であるが、2号廃棄物処理建屋内スラッジは天然ウランの値(7.3×10^{-3})に近く、天然由来のウランの影響が大きいと見られる。

滞留水及びスラッジ — 核種分析結果 (3/5)

(1) スラッジの放射能濃度 [Bq/g]

試料名		放射能濃度 [Bq/g]			
		^{238}Pu (約88年)	$^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$ (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)
スラッジ	LI-1WB8-1	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^0$	$(4.3 \pm 0.9) \times 10^{-1}$	$(2.1 \pm 0.3) \times 10^0$	$(9.5 \pm 1.9) \times 10^{-1}$
	LI-2WB8-1	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^1$	$(4.7 \pm 0.7) \times 10^0$	$(7.5 \pm 1.0) \times 10^0$	$(1.1 \pm 0.2) \times 10^1$
	LI-3TB8-2	$(6.0 \pm 0.2) \times 10^3$	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^3$	$(2.2 \pm 0.1) \times 10^3$	$(1.8 \pm 0.1) \times 10^3$
参考) 1号T/B スラッジ	LI-1TB5-1*	$(1.1 \pm 0.3) \times 10^0$	$< 6 \times 10^{-1}$	$< 8 \times 10^{-1}$	$(8.1 \pm 2.3) \times 10^{-1}$
	LI-1TB5-2*	$(7.0 \pm 0.8) \times 10^{-1}$	$(1.3 \pm 0.4) \times 10^{-1}$	$(1.8 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	$(3.6 \pm 0.7) \times 10^{-1}$

(2) ろ過前の滞留水体積中の放射能濃度 [Bq/cm³]

試料名		放射能濃度 [Bq/cm ³]			
		^{238}Pu	$^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$	^{241}Am	^{244}Cm
スラッジ	LI-1WB8-1	$(2.5 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	$(7.6 \pm 1.6) \times 10^{-4}$	$(3.6 \pm 0.5) \times 10^{-3}$	$(1.7 \pm 0.4) \times 10^{-3}$
	LI-2WB8-1	$(2.5 \pm 0.3) \times 10^{-2}$	$(8.5 \pm 1.2) \times 10^{-3}$	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-2}$	$(2.1 \pm 0.3) \times 10^{-2}$
	LI-3TB8-2	$(9.3 \pm 0.2) \times 10^0$	$(3.2 \pm 0.1) \times 10^0$	$(3.5 \pm 0.1) \times 10^0$	$(2.8 \pm 0.1) \times 10^0$
滞留水 (ろ過後)	LI-1WB8-1	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$	$(3.8 \pm 1.0) \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$
	LI-2WB8-1	$< 4 \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$	$(6.0 \pm 1.3) \times 10^{-4}$	$(4.8 \pm 1.1) \times 10^{-4}$
	LI-3TB8-2	$(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-3}$	$(3.5 \pm 0.8) \times 10^{-4}$	$(2.7 \pm 0.8) \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$

注) 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。分析値の±の後の数値は、計数誤差である。

- 全てのスラッジ試料から ^{238}Pu , $^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$, ^{241}Am 及び ^{244}Cm を検出した。
- 3号T/Bスラッジでの濃度は、これまでに分析した1号T/Bスラッジでの値より3桁以上高い。
- 滞留水(ろ過後)から低濃度の α 核種を検出した。3号T/B滞留水(ろ過後)では、Puを検出した。

滞留水及びスラッジ — 核種分析結果 (4/5)

(1) スラッジの放射能濃度 [Bg/g]

試料名		放射能濃度 [Bq/g]					
		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)	¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)
スラッジ	LI-2TB8-1	(1.0 ± 0.1) × 10 ⁵	< 2 × 10 ²	(3.3 ± 0.1) × 10 ⁵	(4.8 ± 0.1) × 10 ⁵	< 5 × 10 ²	(7.3 ± 1.4) × 10 ²
	LI-2TB8-2	(2.0 ± 0.1) × 10 ⁴	< 9 × 10 ¹	(1.2 ± 0.1) × 10 ⁵	(1.6 ± 0.1) × 10 ⁵	< 3 × 10 ²	< 4 × 10 ²
	LI-3TB8-1	(5.7 ± 0.3) × 10 ⁴	< 3 × 10 ³	< 3 × 10 ⁵	(6.4 ± 0.1) × 10 ⁶	< 2 × 10 ⁴	< 1 × 10 ⁴
	LI-4TB8-1	(2.1 ± 0.4) × 10 ²	< 1 × 10 ²	< 1 × 10 ⁴	(4.4 ± 0.1) × 10 ⁵	< 5 × 10 ²	< 4 × 10 ²
	LI-4RB8-1	(5.6 ± 0.1) × 10 ²	< 8 × 10 ⁰	(1.1 ± 0.2) × 10 ³	(9.8 ± 0.1) × 10 ³	< 4 × 10 ¹	< 4 × 10 ¹
	LI-3WB8-1	(9.8 ± 0.4) × 10 ³	< 2 × 10 ³	< 2 × 10 ⁵	(1.5 ± 0.1) × 10 ⁷	< 2 × 10 ³	< 3 × 10 ³
	LI-4WB8-1	(1.7 ± 0.1) × 10 ⁴	< 3 × 10 ²	< 3 × 10 ⁴	(2.9 ± 0.1) × 10 ⁶	< 5 × 10 ²	< 5 × 10 ²

注) 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。分析値の±の後の数値は、計数誤差である。

- すべての試料で¹³⁷Csを検出した。スラッジ中の¹³⁷Csの濃度は、これまでに分析した1号T/Bスラッジでの値とほぼ同等である。
- ¹²⁵Sb, ¹⁵⁴Euはスラッジの一部で検出した。⁹⁴Nb, ¹⁵²Euはすべての試料で不検出であった。

滞留水及びスラッジ — 核種分析結果 (5/5)

(2) ろ過前の滞留水体積中の放射能濃度 [Bq/cm³]

試料名		放射能濃度 [Bq/cm ³]					
		⁶⁰ Co	⁹⁴ Nb	¹²⁵ Sb	¹³⁷ Cs	¹⁵² Eu	¹⁵⁴ Eu
スラッジ	LI-2TB8-1	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 3 \times 10^{-1}$	$(4.1 \pm 0.1) \times 10^2$	$(5.8 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 6 \times 10^{-1}$	$(8.9 \pm 1.8) \times 10^{-1}$
	LI-2TB8-2	$(3.5 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 2 \times 10^{-1}$	$(2.2 \pm 0.1) \times 10^2$	$(2.8 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-1}$	$< 6 \times 10^{-1}$
	LI-3TB8-1	$(2.3 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 9 \times 10^0$	$(2.5 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-1}$	$< 4 \times 10^{-1}$
	LI-4TB8-1	$(2.3 \pm 0.5) \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^1$	$(4.9 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-1}$	$< 4 \times 10^{-1}$
	LI-4RB8-1	$(4.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$< 6 \times 10^{-3}$	$(8.5 \pm 0.9) \times 10^{-1}$	$(7.8 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 4 \times 10^{-2}$	$< 3 \times 10^{-2}$
	LI-3WB8-1	$(7.5 \pm 0.3) \times 10^0$	$< 1 \times 10^0$	$< 2 \times 10^2$	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 2 \times 10^0$	$< 2 \times 10^0$
	LI-4WB8-1	$(5.5 \pm 0.1) \times 10^1$	$< 1 \times 10^0$	$< 1 \times 10^2$	$(9.4 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 2 \times 10^0$	$< 2 \times 10^0$
滞留水 (ろ過後)	LI-2TB8-1	$< 4 \times 10^0$	$< 2 \times 10^0$	$< 7 \times 10^1$	$(5.9 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 1 \times 10^1$	$< 9 \times 10^0$
	LI-2TB8-2	$< 9 \times 10^0$	$< 4 \times 10^0$	$< 2 \times 10^2$	$(3.3 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 3 \times 10^1$	$< 2 \times 10^1$
	LI-3TB8-1	$< 9 \times 10^0$	$< 4 \times 10^0$	$< 3 \times 10^2$	$(7.6 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 2 \times 10^1$	$< 2 \times 10^1$
	LI-4TB8-1	$< 6 \times 10^{-2}$	$< 4 \times 10^{-2}$	$< 3 \times 10^0$	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 3 \times 10^{-1}$	$< 2 \times 10^{-1}$
	LI-4RB8-1	$< 5 \times 10^0$	$< 2 \times 10^0$	$< 9 \times 10^1$	$(1.1 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 2 \times 10^1$	$< 9 \times 10^0$
	LI-3WB8-1	$< 2 \times 10^1$	$< 2 \times 10^1$	$< 2 \times 10^3$	$(6.7 \pm 0.1) \times 10^4$	$< 9 \times 10^1$	$< 4 \times 10^1$
	LI-4WB8-1	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 4 \times 10^0$	$< 2 \times 10^2$	$(1.7 \pm 0.1) \times 10^3$	$< 3 \times 10^1$	$< 2 \times 10^1$

注) 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。分析値の±の後の数値は、計数誤差である。

- すべての試料で¹³⁷Csを検出した。スラッジ中の¹³⁷Csの濃度は、これまでに分析した1号T/Bスラッジでの値とほぼ同等である。
- ¹²⁵Sb, ¹⁵⁴Euはスラッジの一部で検出した。⁹⁴Nb, ¹⁵²Euはすべての試料で不検出であった。

汚染水の ^{237}Np 分析－放射能濃度（1/2）

No.	試料名	放射能濃度(Bq/cm ³)				参考	備考 (²³⁶ U、 ²³⁸ Pu及び ²⁴⁴ Cmの放射能濃度の出典)
		²³⁷ Np (約2.1×10 ⁶ 年)	²³⁶ U (約2.3×10 ⁷ 年)	²³⁸ Pu (約88年)	²⁴⁴ Cm (約18年)		
1	LI-RW2-1	(2.9±0.3)×10 ⁻⁴	(4.8±0.3)×10 ⁻⁶	(6.2±1.4)×10 ⁻⁴	< 3×10 ⁻⁴	実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示 別表第2第6欄「周辺監視区域外の水中の濃度限度」 ²³⁷ Np: 9×10 ⁻³ Bq/cm ³	廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第20回、第56回)
2	LI-RW3-1	(1.7±0.1)×10 ⁻⁴	(6.4±0.4)×10 ⁻⁶	(6.2±1.3)×10 ⁻⁴	< 3×10 ⁻⁴		廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第28回、第56回)
3	LI-SA3-1	(2.6±0.2)×10 ⁻⁴	(8.3±0.5)×10 ⁻⁶	(1.4±0.3)×10 ⁻³	< 3×10 ⁻⁴		同上
4	LI-HTI6-2	(4.1±0.5)×10 ⁻⁵	(7.1±0.3)×10 ⁻⁶	(4.4±1.2)×10 ⁻⁴	< 3×10 ⁻⁴		廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第44回、第56回)
5	LI-KU7-1	(1.0±0.2)×10 ⁻⁴	(6.6±0.3)×10 ⁻⁶	(7.5±1.6)×10 ⁻⁴	< 3×10 ⁻⁴		同上
6	LI-KU7-2	(1.0±0.2)×10 ⁻⁴	(7.3±0.1)×10 ⁻⁶	< 5×10 ⁻⁴	< 3×10 ⁻⁴		同上
7	LI-SA7-1	(2.2±0.3)×10 ⁻⁴	(1.2±0.1)×10 ⁻⁵	(1.3±0.3)×10 ⁻³	< 3×10 ⁻⁴		同上
8	LI-2TB7-1	(2.0±0.4)×10 ⁻⁵	(3.5±0.3)×10 ⁻⁶	< 5×10 ⁻⁴	< 4×10 ⁻⁴		同上
9	LI-3TB7-1	(2.1±0.6)×10 ⁻⁴	(1.8±0.1)×10 ⁻⁵	(4.5±1.2)×10 ⁻⁴	< 4×10 ⁻⁴		同上
10	LI-1RB-1	(3.5±0.7)×10 ⁻⁵	(2.2±0.3)×10 ⁻⁶	(3.6±0.3)×10 ⁻³	(4.4±0.4)×10 ⁻³		同上

注) 放射能濃度はNo.1は2014年9月25日、No.2～10は2011年3月11日で減衰補正。分析値の±の後の数値は、計数誤差である。

汚染水の ^{237}Np 分析－放射能濃度 (2/2)

No.	試料名	放射能濃度(Bq/cm ³)				参考	備考 (^{236}U 、 ^{238}Pu 及び ^{244}Cm の放射能濃度の出典)
		^{237}Np (約 2.1×10^6 年)	^{236}U (約 2.3×10^7 年)	^{238}Pu (約88年)	^{244}Cm (約18年)		
11	LI-2RB5-1	6.2×10^{-4} *	$(2.8 \pm 0.3) \times 10^{-5}$	$(2.4 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示 別表第2第6欄「周辺監視区域外の水中の濃度限度」 ^{237}Np : 9×10^{-3} Bq/cm ³	廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第36回、第39回)
12	LI-2RB5-2	2.1×10^{-4} *	$(2.0 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$(2.2 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-1}$		同上
13	LI-3RB5-1	2.5×10^{-3} *	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-4}$	$(9.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(3.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$		同上
14	LI-3RB5-2	8.6×10^{-4} *	$(3.0 \pm 0.1) \times 10^{-5}$	$(5.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$(2.3 \pm 0.1) \times 10^{-1}$		同上
15	LI-RW4-1	5.7×10^{-5} *	$(2.5 \pm 0.1) \times 10^{-6}$	$< 6 \times 10^{-4}$	$< 5 \times 10^{-4}$		廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第40回)
16	LI-HTI2-1	5.3×10^{-4} *	$(8.2 \pm 0.5) \times 10^{-6}$	$(6.2 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	$< 3 \times 10^{-4}$		廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第20回、第56回)
17	LI-HTI3-1	2.3×10^{-4} *	$(9.2 \pm 0.5) \times 10^{-6}$	$(8.3 \pm 1.5) \times 10^{-4}$	$< 3 \times 10^{-4}$		廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第28回、第56回)
18	LI-SA2-1	4.9×10^{-4} *	$(6.9 \pm 0.4) \times 10^{-6}$	$(2.5 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	$< 3 \times 10^{-4}$		廃炉・汚染対策チーム会合/事務局会議(第20回、第56回)

注) 放射能濃度はNo.11~15及び17は2011年3月11日、No.16及び18は2014年9月25日で減衰補正。分析値の±の後の数値は、計数誤差である。

*については、ICP-MS測定で取得し計数値からの評価。誤差の評価は未実施。

汚染水の ^{129}I 分析－放射能濃度（1/3）

No.	試料名	採取日	採取場所	放射能濃度(Bq/cm ³) ※		備考
				^{129}I (約1.6×10 ⁷ 年)		
1	LI-RW2-1	H25.7.9	集中RW地下高汚染水(KURION入口水)	< 9 × 10 ⁻²		廃炉・汚染対策子一ム会合/ 事務局会議(第20回、第56回)
2	LI-RW2-2	H26.3.11	集中RW地下高汚染水(KURION入口水)	< 8 × 10 ⁻²		廃炉・汚染水対策子一ム会合/ 事務局会議(第20回)
3	LI-HTI2-1	H25.8.13	HTI/B地下滞留水(SARRY入口水)	< 8 × 10 ⁻²		廃炉・汚染水対策子一ム会合/ 事務局会議(第20回、第56回)
4	LI-HTI2-2	H26.2.11	HTI/B地下滞留水(SARRY入口水)	< 9 × 10 ⁻²		廃炉・汚染水対策子一ム会合/ 事務局会議(第20回)
5	LI-KU2-1	H25.7.9	KURION出口水	< 8 × 10 ⁻²		同上
6	LI-SA2-1	H25.8.13	SARRY A系出口水	< 1 × 10 ⁻¹		廃炉・汚染水対策子一ム会合/ 事務局会議(第20回、第56回)
7	LI-SA2-2	H25.8.13	SARRY B系出口水	< 9 × 10 ⁻²		廃炉・汚染水対策子一ム会合/ 事務局会議(第20回)
8	LI-SA2-3	H26.2.11	SARRY A系出口水	< 9 × 10 ⁻²		同上
9	LI-SA2-4	H26.2.11	SARRY B系出口水	< 9 × 10 ⁻²		同上
10	LI-SA3-1	H26.8.5	第二Cs吸着装置A系出口	< 8 × 10 ⁻²		廃炉・汚染水対策子一ム会合/ 事務局会議(第28回、第56回)
11	LI-SA3-2	H26.8.5	第二Cs吸着装置B系出口	< 9 × 10 ⁻²		廃炉・汚染水対策子一ム会合/ 事務局会議(第28回)
12	LI-KU3-1	H23.7.13	Cs吸着装置出口	(1.6±0.3) × 10 ⁻¹		同上
13	LI-KU3-2	H23.9.6	Cs吸着装置出口	< 9 × 10 ⁻²		同上
14	LI-KU3-3	H26.9.3	Cs吸着装置出口	< 9 × 10 ⁻²		同上
15	LI-AR3-1	H23.7.13	除染装置出口	(2.7±0.3) × 10 ⁻¹		同上
16	LI-AR3-2	H23.9.6	除染装置出口	(8.5±2.8) × 10 ⁻²		同上

➤ ^{129}I は、事故後初期のKURION出口水及びAREVA出口水から、10⁻²~10⁻¹Bq/cm³のオーダーで検出された。

※ 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。
核種名の右側の括弧内は半減期を、分析値の±の後の数値は計数誤差を示す。

汚染水の ^{129}I 分析－放射能濃度（2/3）

No.	試料名	採取日	採取場所	放射能濃度(Bq/cm ³) ※	備考
				^{129}I (約 1.6×10^7 年)	
17	LI-HTI4-1	H26.11.25	HTI/B地下	$< 1 \times 10^{-1}$	廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第40回)
18	LI-RW4-1	H26.11.25	集中RW地下	$< 9 \times 10^{-2}$	同上
19	LI-KU4-1	H26.11.25	セシウム吸着装置出口	$< 1 \times 10^{-1}$	公開なし
20	LI-RW4-2	H27.3.9	集中RW地下	$< 9 \times 10^{-2}$	廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第40回)
21	LI-KU4-2	H27.3.9	セシウム吸着装置H2-2出口	$< 8 \times 10^{-2}$	同上
22	LI-KU4-3	H27.3.9	セシウム吸着装置出口	$< 9 \times 10^{-2}$	同上
23	LI-1TB5-1	H27.9.30	1号機T/B OP1900	$< 9 \times 10^{-2}$	廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第39回、第42回)
24	LI-1TB5-2	H27.10.7	1号機T/B OP1900	$< 9 \times 10^{-2}$	同上
25	LI-1TB5-3	H27.9.30	1号機T/B OP1900上部	$< 9 \times 10^{-2}$	廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第39回)
26	LI-1TB5-4	H27.9.30	1号機T/B OP1900上部	$< 8 \times 10^{-2}$	同上
27	LI-1TB5-5	H27.9.30	1号機T/B OP1900上部	$< 8 \times 10^{-2}$	同上
28	LI-1TB5-6	H27.9.30	1号機T/B OP1900上部	$< 8 \times 10^{-2}$	同上
29	LI-1TB5-7	H27.9.30	1号機T/B OP1900上部	$< 8 \times 10^{-2}$	廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第39回、第42回)
30	LI-1TB5-8	H27.9.30	1号機T/B OP1900上部	$< 8 \times 10^{-2}$	同上
31	LI-2RB5-1	H25.8.7	2号機PCV	$< 8 \times 10^{-2}$	廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第36回、第39回)
32	LI-2RB5-2	H25.8.7	2号機PCV	$< 9 \times 10^{-2}$	同上

※ 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。核種名の右側の括弧内は半減期を、分析値の±の後の数値は計数誤差を示す。

汚染水の ^{129}I 分析－放射能濃度（3/3）

No.	試料名	採取日	採取場所	放射能濃度(Bq/cm ³) ※		備考
				^{129}I (約1.6×10 ⁷ 年)		
33	LI-3RB5-1	H27.10.22	3号機PCV水面近傍	< 8×10 ⁻²		廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第36回、第39回)
34	LI-3RB5-2	H27.10.22	3号機PCVグレーチング近傍	< 8×10 ⁻²		同上
35	LI-HTI6-2	H27.9.8	HTI建屋	< 9×10 ⁻²		廃炉・汚染水対策チーム会合/ 事務局会議(第44回、第56回)
36	LI-SA6-3	H27.9.8	第二セシウム吸着装置S-2A出口	< 9×10 ⁻²		同上
37	LI-SA6-4	H27.9.8	第二セシウム吸着装置S-2B出口	< 1×10 ⁻¹		同上
38	LI-KU7-1	H28.7.25	セシウム吸着装置SMZスキッド出口	< 8×10 ⁻²		同上
39	LI-KU7-2	H28.7.25	セシウム吸着装置H2-4出口	< 9×10 ⁻²		同上
40	LI-KU7-3	H28.7.25	セシウム吸着装置H3-4出口	< 9×10 ⁻²		同上
41	LI-KU7-4	H28.7.25	セシウム吸着装置出口	< 1×10 ⁻¹		同上
42	LI-SA7-1	H28.7.25	第二セシウム吸着装置F-2B出口	< 8×10 ⁻²		同上
43	LI-SA7-2	H28.7.25	第二セシウム吸着装置S-1B出口	< 1×10 ⁻¹		同上
44	LI-2TB7-1	H27.9.25	2号機タービン建屋地下	< 9×10 ⁻²		同上
45	LI-3TB7-1	H27.10.15	3号機タービン建屋地下	< 1×10 ⁻¹		同上
46	LI-1PCV-1	H28.12.7	1号機PCVガス管理システム設備	< 9×10 ⁻²		同上
47	LI-1RB-1	H28.12.8	1号機R/B地下の滞留水を高温焼却炉建屋 の採水口にて採取	< 9×10 ⁻²		同上

※ 放射能濃度は2011年3月11日で減衰補正。核種名の右側の括弧内は半減期を、分析値の±の後の数値は計数誤差を示す。