



IRID

福島第一原子力発電所の固体廃棄物試料分析 (現状までの成果報告)

平成29年5月25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25年度発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備事業(事故廃棄物処理・処分概念構築に係る技術検討調査)、平成25年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(事故廃棄物処理・処分技術の開発)」および平成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。

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。
- 処理・処分の技術検討のために、放射性核種による汚染の特徴を明らかにする必要がある、瓦礫類や汚染水などの分析を継続している。
 - ◇ 処分の安全性を確保する上で重要と考えられる核種を対象として、約70点/年の廃棄物試料を詳細分析してきている。
 - ◇ 分析結果は、廃棄物インベントリ(放射能量)評価、処理方法の検討、廃棄物の分類方法の検討などに順次活用している。
- 平成29年(2017年)3月末までに得られたデータとその値に基づく核種組成の傾向を報告する。

分析とその結果の利用についての流れ

- 瓦礫類、滞留水、水処理二次廃棄物等の分析試料を福島第一原子力発電所から所外分析施設へ輸送し分析を行った。

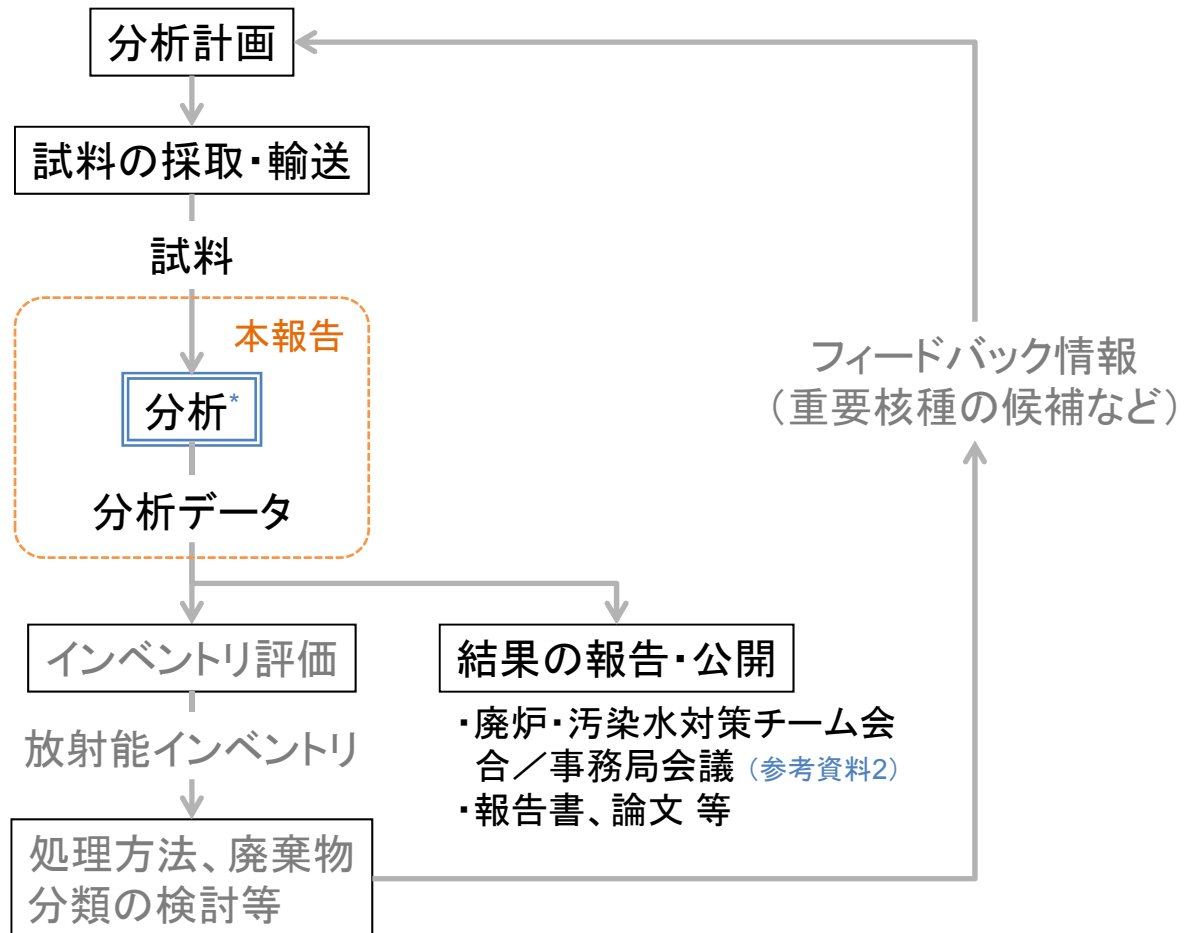


福島第一原子力発電所での試料採取



分析(原子力機構 原科研での様子)

* 放射性核種は、 ^3H 、 ^{79}Se 、 ^{90}Sr 、 ^{129}I 、 ^{137}Cs 等の核分裂生成物、 ^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 等の α 核種、 ^{14}C 、 ^{60}Co 等の放射化生成物を対象とした。分析は、固体廃棄物を対象とした方法による(参考資料1)。



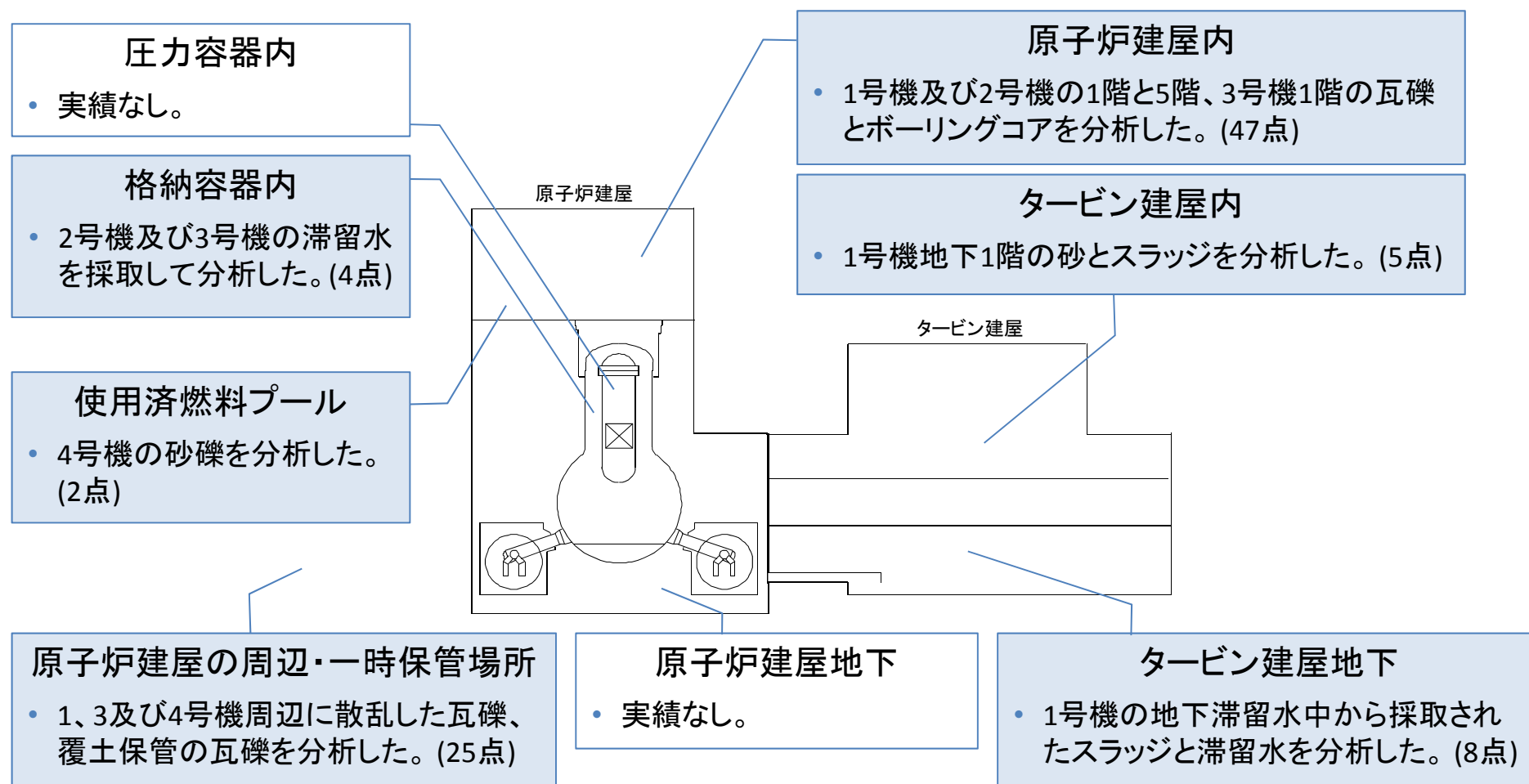
分析試料

－ 結果の発表に関する実績(2017年3月31日時点) －

分類	試料		試料点数	
瓦礫類	原子炉建屋内	1号機 1・5階	瓦礫等	29
		2号機 1・5階	瓦礫等	7
		3号機 1階	瓦礫等	11
		4号機使用済燃料プール	瓦礫	2
	タービン建屋内	1号機	スラッジ・砂	7
	原子炉建屋周辺	1・3・4号機周辺	瓦礫	15
	覆土式一時保管施設	第1・2槽	瓦礫	10
汚染水	原子炉建屋内	2・3号機格納容器内	滞留水	4
	タービン建屋内	1号機	スラッジ・滞留水	6
	集中廃棄物処理建屋内	地下	滞留水	12
	処理装置	セシウム吸着装置(第二含む)	処理水	27
		除染装置	処理水	3
		淡水化装置(RO)	処理水	2
		蒸発濃縮装置	処理水	3
		多核種除去設備(増設含む)	処理水	18
水処理二次廃棄物	多核種除去設備(増設含む)	スラリー	6	
可燃物	保護衣等焼却灰		5	
土壌	土壌		6	
植物	伐採木	枝葉	5	
	立木	枝葉、落葉、表土	123	

原子炉・タービン建屋の分析状況（実績）

- 今後も継続して瓦礫等の分析を進める予定である。
- 特に、格納容器内の固体試料については、内部の調査に合わせて採取できた場合に、入手、分析する予定である。原子炉建屋内の試料については、高線量環境下における採取方法を検討している。



原子炉・タービン建屋の汚染の傾向

■ 汚染の傾向を分析結果に基づいて推定した。今後、試料採取・分析を通じて検証を進めていくことが必要。

圧力容器内

—
(燃料デブリと放射化生成物による高汚染が考えられるが、実績なし。)

格納容器内

- 2号機及び3号機の滞留水では、下流(集中廃棄物処理建屋)の滞留水に比べて、Co や α 核種の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が高い傾向にある。(参考資料4 図1)

使用済燃料プール

- 4号機では、放射化生成物である ^{60}Co の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が原子炉建屋の他の試料と比べて大きい傾向にある。(参考資料4 図2)

原子炉建屋の周辺

- 1及び3号機周辺の瓦礫は、汚染の核種組成が原子炉建屋内と似た傾向にある。(参考資料6)

原子炉建屋内

- 1号機及び2号機の1階と5階、3号機1階で、 ^{137}Cs のほか、Sr 等の核分裂生成物、Pu等の α 核種、Co 等の放射化生成物を検出した。(参考資料3)

タービン建屋内

- 原子炉建屋内に比べて、 ^{90}Sr の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が高い傾向にある。(参考資料5 図)

原子炉建屋

タービン建屋

原子炉建屋地下

—
(滞留水による汚染が考えられるが、実績なし。)

タービン建屋地下

- 沈降したスラッジは、Cs、Sr や α 核種を含む傾向にある。(参考資料5 表)

滞留水・処理水・水処理二次廃棄物の分析状況(実績)

- 今後も継続して汚染水と二次廃棄物の分析を進める予定である。
- 特に除染装置スラッジについては、採取方法を検討している。

滞留水

集中廃棄物処理建屋内	12点を分析した。
原子炉建屋内	2・3号機格納容器内の4点を分析した。
タービン建屋内	1号機内の6点を分析した。

除染装置(アレバ)

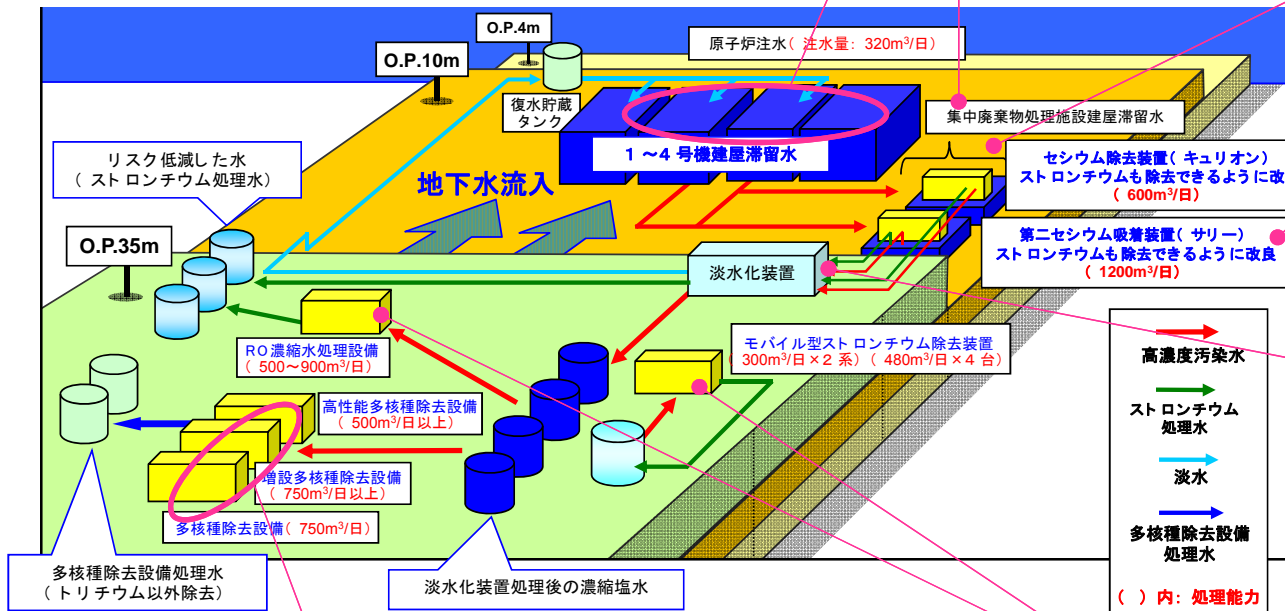
スラッジ	実績なし。
処理水	3点を分析した。

セシウム吸着装置 (KURION, SARRY)

吸着材	実績なし。
処理水	27点を分析した。

淡水化装置 (RO, 蒸発濃縮)

RO	実績なし。
RO処理水	2点を分析した。
蒸発濃縮処理水	3点を分析した。



多核種除去設備

スラリー	既設・増設の6点を分析した。
吸着材	試料を順次採取・分析中。
処理水	既設・増設の前処理水(6点)、増設の処理水(12点)を分析した。

RO濃縮水処理設備・モバイル型ストロンチウム除去装置

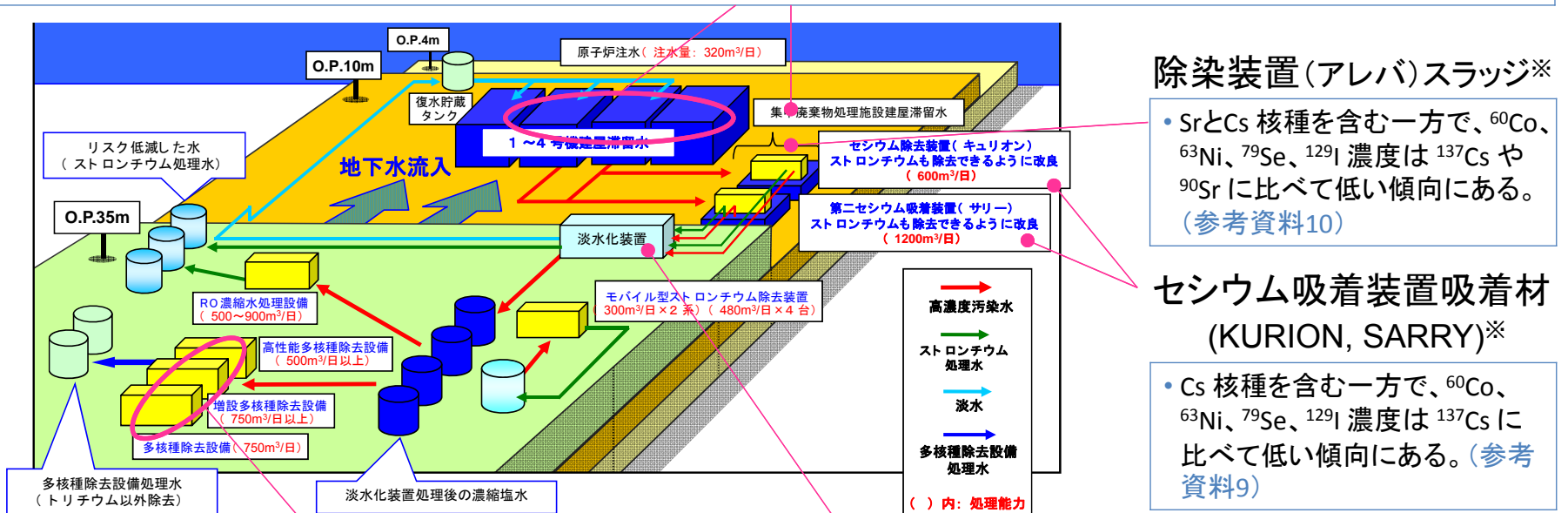
吸着材・処理水	実績なし。
---------	-------

滞留水・処理水・水処理二次廃棄物の汚染の傾向

■ 汚染の特徴を分析結果に基づいて推定した。今後、試料採取・分析を通じて検証を進めていくことが必要。

滞留水

- 集中廃棄物処理建屋滞留水では、 ^{137}Cs と ^{90}Sr 濃度が高く同程度であり、 ^3H がこれらに次ぐ傾向にある。他の β 、 α 核種濃度はより低い。 Cs と Sr 核種の濃度は時間とともに減少しているものの、減少の割合が小さくなっている。(参考資料7)
- タービン建屋滞留水は、汚染の度合いが号機により異なる傾向にある。(参考資料8 図1)
- 2及び3号機の格納容器内滞留水では、下流(タービン建屋、集中廃棄物処理建屋)の滞留水に比べ、 α 核種の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が高い傾向にある。(参考資料8 図2)



除染装置(アレバ)スラッジ※

- Sr と Cs 核種を含む一方で、 ^{60}Co 、 ^{63}Ni 、 ^{79}Se 、 ^{129}I 濃度は ^{137}Cs や ^{90}Sr に比べて低い傾向にある。(参考資料10)

セシウム吸着装置吸着材 (KURION, SARRY)※

- Cs 核種を含む一方で、 ^{60}Co 、 ^{63}Ni 、 ^{79}Se 、 ^{129}I 濃度は ^{137}Cs に比べて低い傾向にある。(参考資料9)

多核種除去設備

スラリー	<ul style="list-style-type: none"> ^{90}Srが主要核種であり、^{238}Puと$^{239+240}\text{Pu}$濃度は1 Bq/cm^3未満である。(参考資料11 図1)
吸着材※	<ul style="list-style-type: none"> SrとCs核種を含む一方で、^{60}Coと^{99}Tc濃度は^{137}Csに比べて低い傾向にある。(参考資料11 図2)

淡水化装置 (RO, 蒸発濃縮)

RO	- (汚染の特徴を推定する実績なし。)
濃縮廃液	<ul style="list-style-type: none"> ^{79}Seと^{129}I濃度が滞留水よりも高い傾向にある。(参考資料9)

※ 関連する水の分析結果から推定した水処理二次廃棄物の傾向

土壌と植物の分析状況(実績)

■ 今後土壌については、採取済みの試料を順次分析し、植物については、焼却処理後の焼却灰を分析する予定である。

表 土壌と植物の分析試料数

エリア	土壌*	植物(立木)		
		枝葉	落葉	表土
A	0	3	2	3
B	—	—	—	—
C	—	3(草)	—	3
D	1	3	3	6
E	—	1	1	1
F	1	5	3	6
G	0	1	1	1
H	0	3	1	3
I	1	3	2	6
J	0	1	1	1
K	1	1	1	1
L	1	1	1	4
M	—	1	1	1
N	0	3	3	6
O	0	3	3	6
P	1	2	2	2
Q	0	1	1	1
R	0	1	1	1
S	0	1	1	3
T	0	1	1	1

* エリア B、C、E、M はフェーシングなどの工事に伴い採取対象がない。

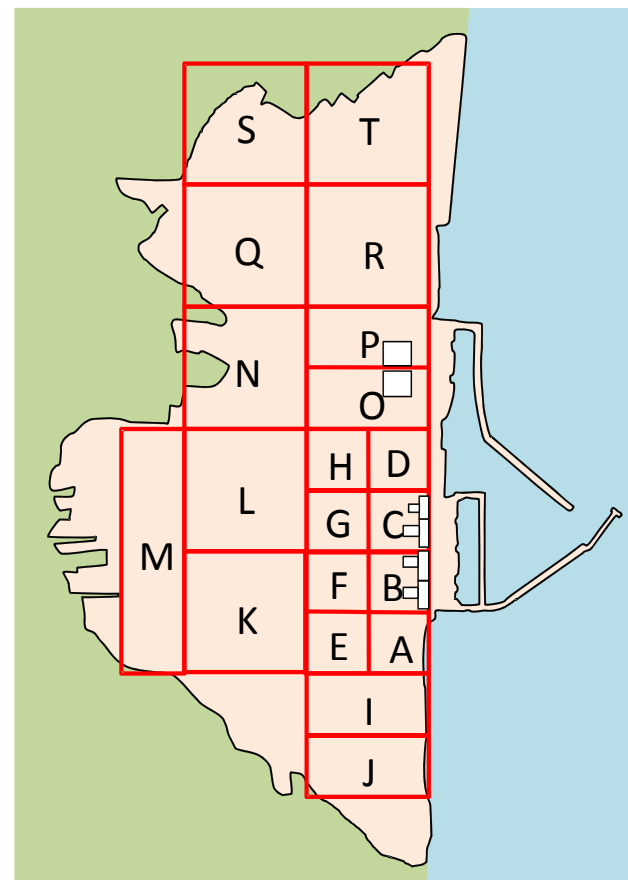


図 土壌、植物試料の採取位置

土壌・植物の汚染の傾向

■ 汚染の特徴を分析結果に基づいて推定した。今後、試料採取・分析を通じて検証を進めていく。

構内土壌(地表から0-5 cmの表土)*1

- ^{137}Cs が主な核種であり、 ^{90}Sr 、 ^{235}U 、 ^{238}U が全ての試料で検出された。(図1)
- Uはその同位体組成から天然由来の影響が大きく、事故による影響は確認されていない。(図1)
- ^{238}Pu 濃度はほとんどが検出下限値未満あるいは 10^{-3} Bq/g 程度のごく低い濃度であった(環境のフォールアウト相当)。

立木(枝葉、落葉、表土・腐葉土)*2

- ^{137}Cs 、 ^{90}Sr の他に、原子炉建屋の近傍では ^3H 、 ^{14}C 、 ^{79}Se が検出された(図2)。
- Dエリアの落葉とEエリアの表土からPu核種が検出された(10^{-3} Bq/g 程度であり環境のフォールアウト相当)。
- Cs核種濃度は、枝葉に比べて落葉や表土(腐葉土を含む場合がある)で高い傾向にある。

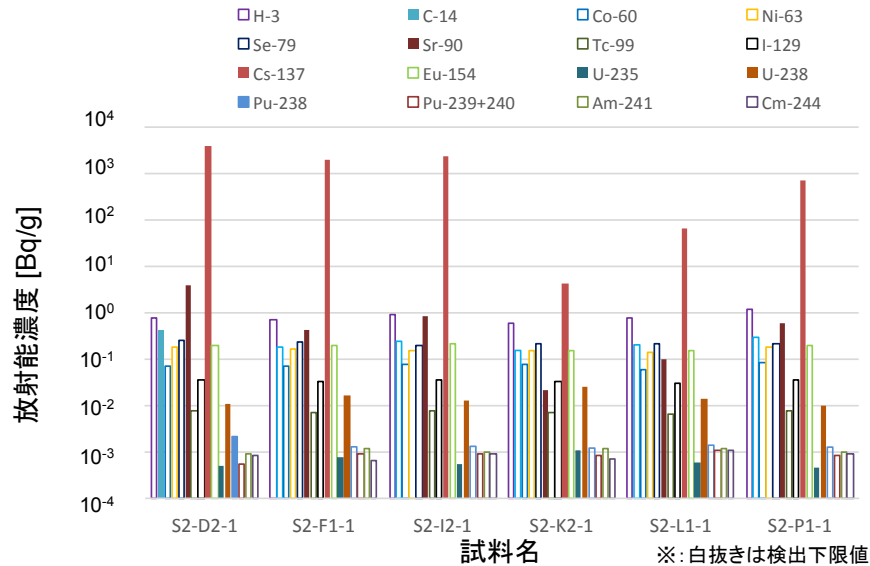


図1 土壌の放射性核種濃度*1

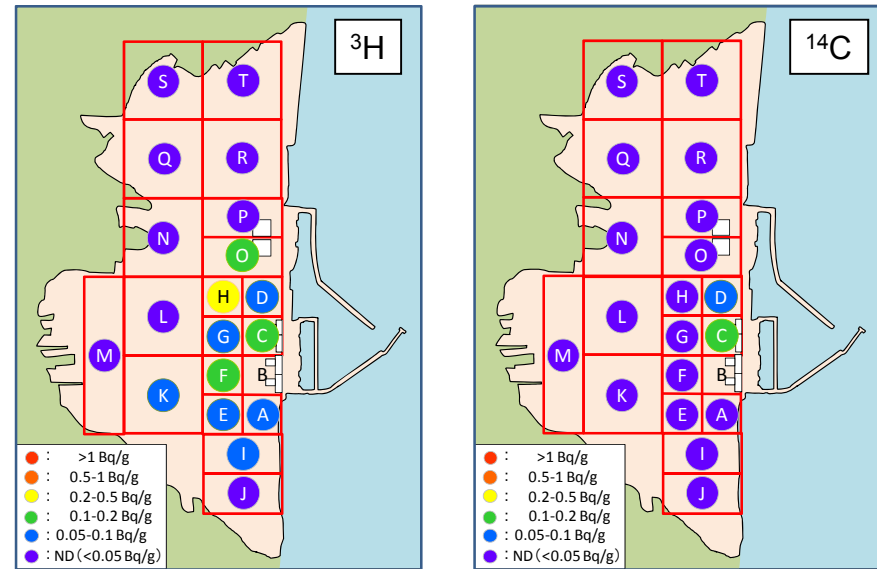


図2 構内における立木(枝葉)中の放射能濃度分布*2

まとめと今後の検討

- ❖ 種々の廃棄物のインベントリを推定するために、廃棄物・汚染物を分析し、放射性核種濃度等のデータを蓄積する必要がある。また、分析データが得られない場合に、分析データを補完するために汚染プロセスの推定が必要である。
- ❖ これまでに、汚染水、水処理二次廃棄物、瓦礫、焼却灰、土壌、植物を分析し、得られた分析データを基にして、汚染の核種組成が分かりつつある。
- ❖ しかしながら、高線量のために試料が採取できない領域があること、分析試料の代表性を検討するために廃棄物の分類ごとに相当数の分析点数を要すること等の観点から、さらなる試料の採取と分析が必要である。
- ❖ また、汚染プロセスの推定に関しては、これまでに得られた分析データのみでは、汚染プロセスを推定するモデルの確立には不十分である。
- ❖ 今後の検討課題には次のことが挙げられる。
 - ✧ 分析データの蓄積のために、多数の正確な分析データを継続して得ていくことを念頭に、高線量試料の採取・輸送方法の確立、分析方法の合理化が必要である。
 - ✧ 汚染プロセスを推定するためには、汚染の核種組成等の情報をもとにして汚染プロセスを仮定、モデルを検討して、分析データによってこれを検証する必要がある。

年度	試料	試料数	発表等
23 -	水処理設備 出入口水	51	<ul style="list-style-type: none"> • 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/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0730_3_4c.pdf • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0331_3_4f.pdf
27	<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) 		
	瓦礫	60	<ul style="list-style-type: none"> • 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/0827_3_4c.pdf • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0128_3_4d.pdf • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0428_3_4d.pdf
	伐採木、立木、 落葉、土壌	128	<ul style="list-style-type: none"> • 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
	水処理 二次廃棄物	4	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0827_3_4c.pdf • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/pdf/0128_3_4d.pdf
28	水処理 二次廃棄物	3	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/09/3-04-05.pdf
	瓦礫、スラッジ	8 20	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/09/3-04-05.pdf • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/02/3-04-04.pdf
	水処理設備 出入口水	4 20	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-04-03.pdf
	滞留水	4 6	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/02/3-04-04.pdf
	焼却灰	5	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-04-03.pdf
	土壌	6	<ul style="list-style-type: none"> • http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-04-03.pdf

原子炉建屋内の瓦礫試料の分析データ

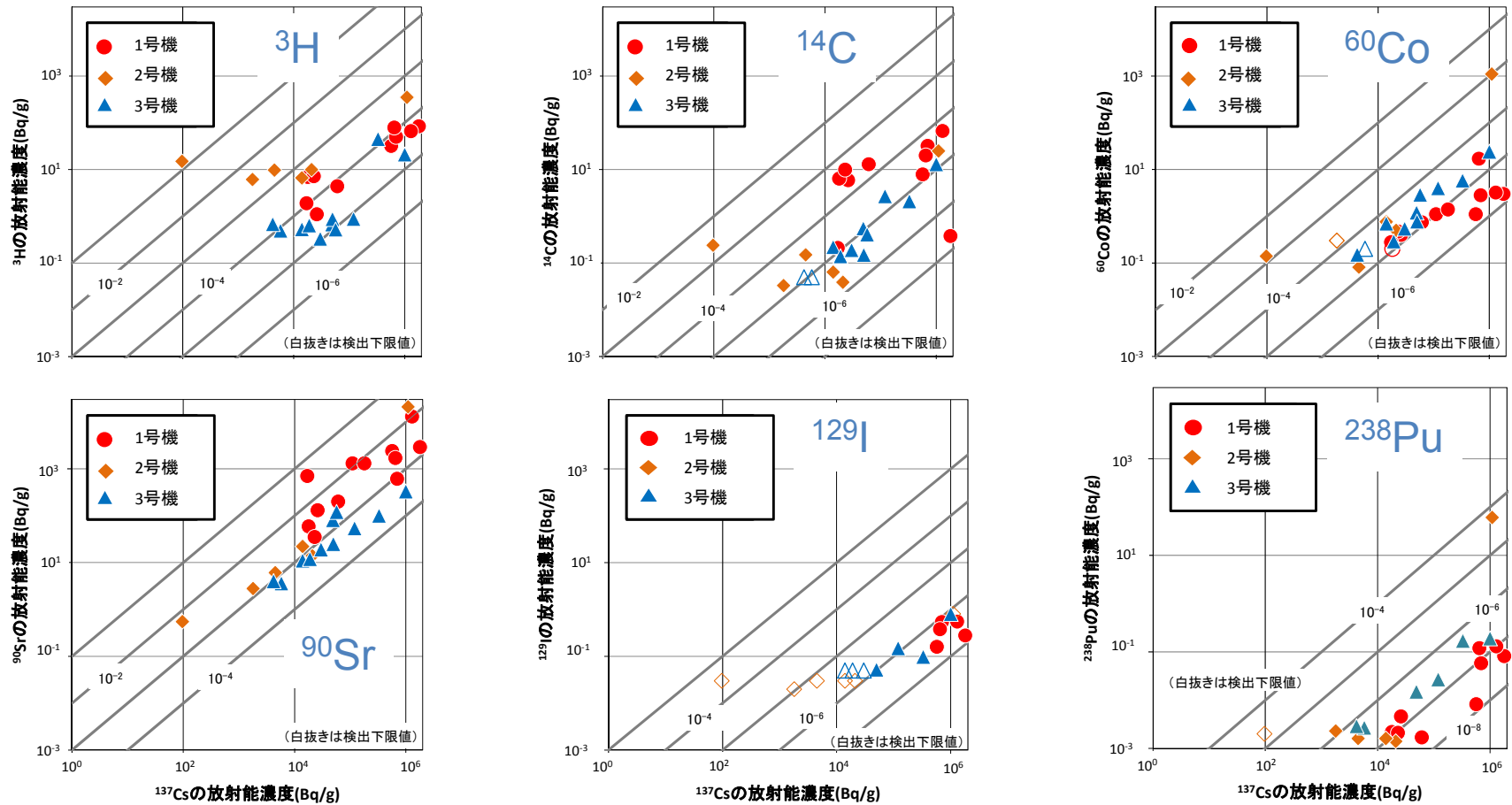


図 原子炉建屋内で採取された瓦礫試料に検出された核種の濃度 (^{137}Cs に対するプロット) *1

核種の濃度は、 ^{137}Cs との関係(相関)を見るために ^{137}Cs 濃度に対してプロットし、直線を加えた。(以後の参考資料においても同様。)

- 1号機及び2号機の1階と5階、3号機1階で、 ^{137}Cs のほか、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{129}I 等の核分裂生成物、 ^{238}Pu 等の α 核種、 ^{14}C 、 ^{60}Co 等の放射化生成物を検出した。

参考資料 4 格納容器・使用済燃料プール内試料の分析データ

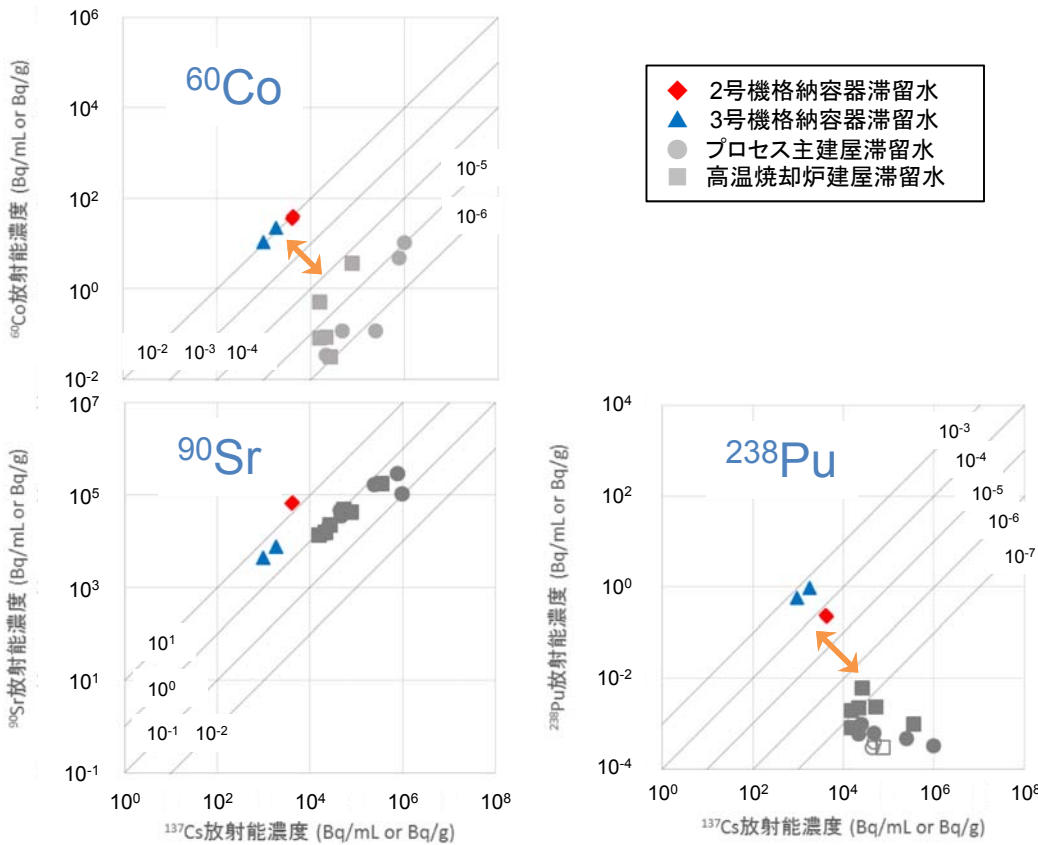


図1 格納容器内の滞留水試料に検出された核種の濃度 (^{137}Cs に対するプロット) *1

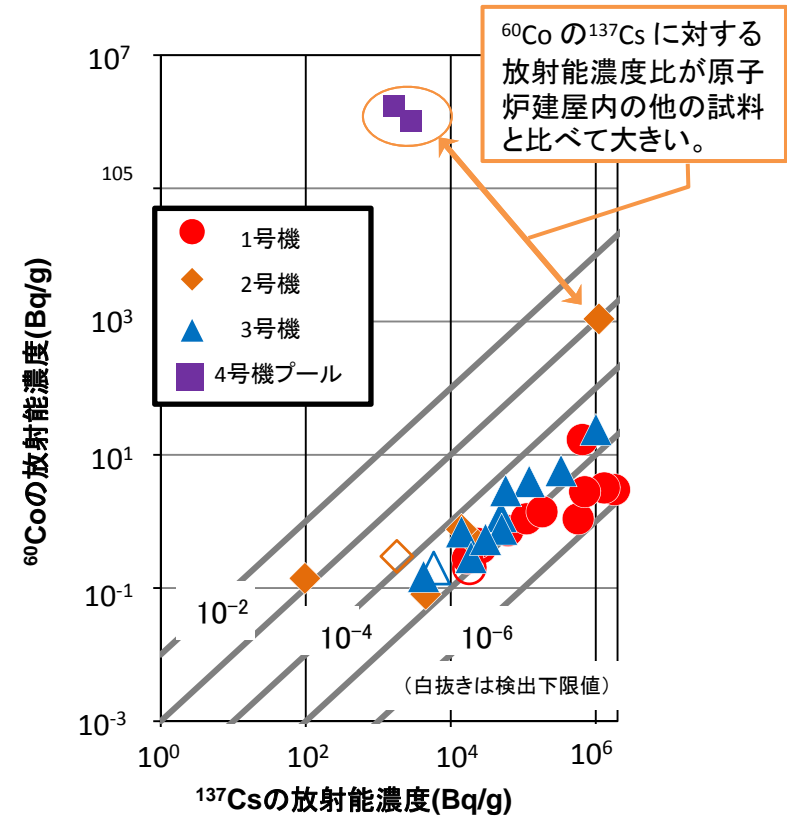
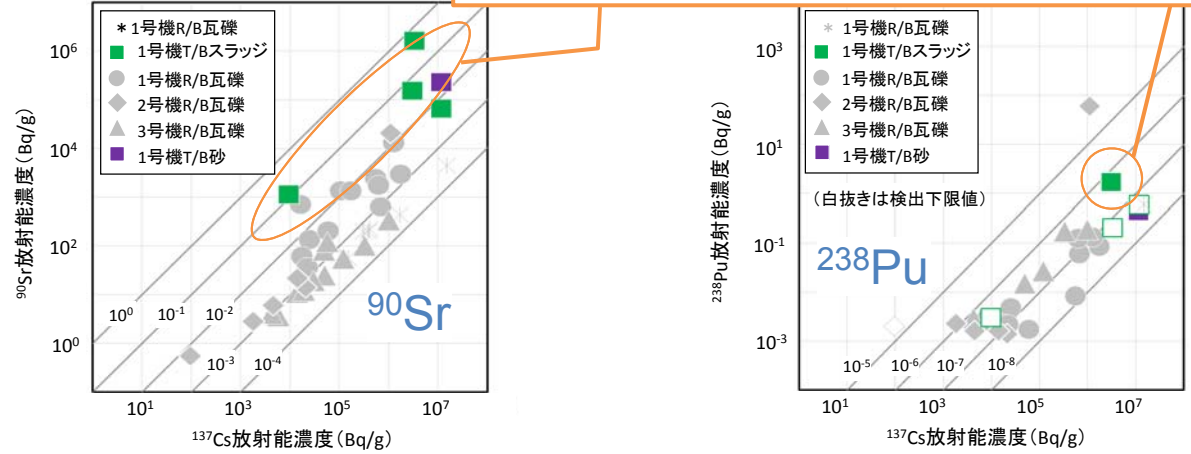


図2 4号機使用済燃料プールの瓦礫試料に検出された ^{60}Co 濃度 (^{137}Cs に対するプロット) *2

- 2号機及び3号機の格納容器滞留水では、下流(集中廃棄物処理建屋のプロセス主建屋と高温焼却炉建屋)の滞留水に比べて、Coや α 核種の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が高い傾向にある。(図1)
- 4号機燃料プールでは、放射化生成物である ^{60}Co の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が原子炉建屋内の他の試料と比べて大きい傾向にある。(図2)

参考資料 5 タービン建屋内・地下スラッジ試料の分析データ

タービン建屋地下のスラッジは、原子炉建屋内に比べて、 ^{90}Sr の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が高い傾向にある。一方、Pu は同様である。



U 核種の質量比は天然U (7.3×10^{-3}) と同様であり、天然Uの影響が大きい。

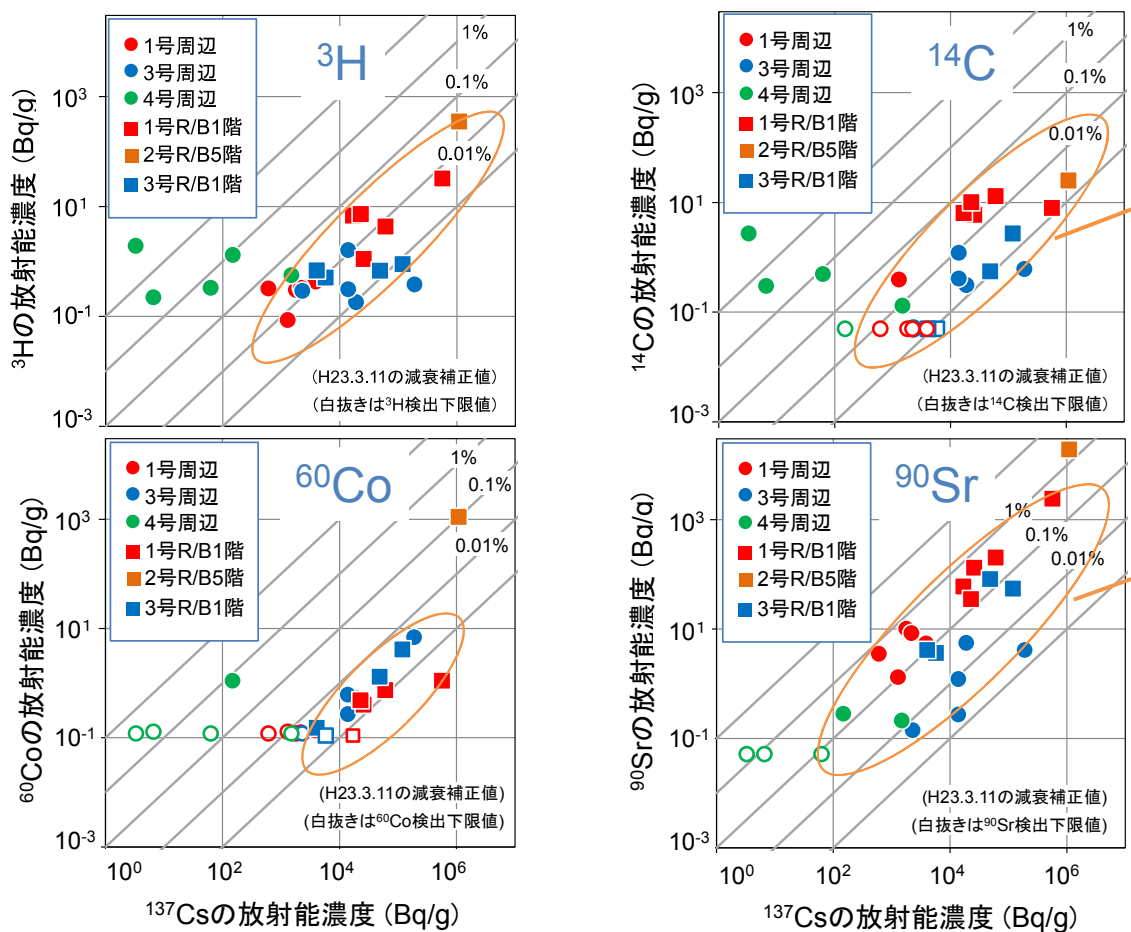
図 タービン建屋内のスラッジ試料に検出された核種の濃度 (^{137}Cs に対するプロット) *1

表 タービン建屋地下滞留水中のスラッジ試料に検出された核種の濃度 *2

試料名	放射能濃度 [Bq/g]						$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 質量比	
	^{60}Co (約5.3年)	^{137}Cs (約30年)	^{90}Sr (約29年)	^{235}U (約 7.0×10^8 年)	^{238}U (約 4.5×10^9 年)	^{238}Pu (約88年)		
スラッジ	LI-1TB5-1	$< 1 \times 10^3$	$(3.7 \pm 0.1) \times 10^6$	$(4.7 \pm 0.2) \times 10^4$	$(1.5 \pm 0.1) \times 10^{-2}$	$(3.2 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(1.1 \pm 0.3) \times 10^0$	7.1×10^{-3}
	LI-1TB5-2	$(3.1 \pm 0.4) \times 10^2$	$(3.7 \pm 0.1) \times 10^6$	$(7.1 \pm 0.2) \times 10^3$	$(9.2 \pm 0.5) \times 10^{-3}$	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(7.0 \pm 0.8) \times 10^{-1}$	6.9×10^{-3}
滞留水中 固形分	LI-1TB5-7	$< 2 \times 10^3$	$(4.1 \pm 0.1) \times 10^5$	$(1.2 \pm 0.1) \times 10^5$	$(7.3 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	$(1.6 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^0$	6.9×10^{-3}
	LI-1TB5-8	$< 3 \times 10^3$	$(2.1 \pm 0.1) \times 10^6$	$(1.4 \pm 0.1) \times 10^5$	$(5.0 \pm 0.3) \times 10^{-3}$	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^0$	7.4×10^{-3}

- タービン建屋内は、原子炉建屋内に比べて ^{90}Sr の ^{137}Cs に対する放射能濃度比が高い傾向にある。(図)
- タービン建屋の地下滞留水から沈降したスラッジは、Cs、Sr や α 核種を含む傾向にある。U は、その核種の比から天然Uの影響が大きい。(表)

原子炉建屋周辺瓦礫試料の分析データ



核種の濃度は、 ^{137}Cs と一定の割合を示す場合がある。1と3号機の ^3H 、 ^{14}C 、 ^{60}Co 、 ^{90}Sr は幅広い ^{137}Cs 濃度に対して相関する傾向がある。4号機は、 ^{90}Sr が1及び3号機に近いが、 ^3H と ^{14}C は違う傾向を示す。2号機はデータが少ない。

図 建屋周辺の瓦礫試料に検出された核種の濃度 (^{137}Cs に対するプロット) *1

■ 1及び3号機周辺の瓦礫は、汚染の核種組成が原子炉建屋内と似た傾向にある。4号機周辺の瓦礫は、 ^{90}Sr が似た傾向にある。

汚染水試料の分析データ (1)

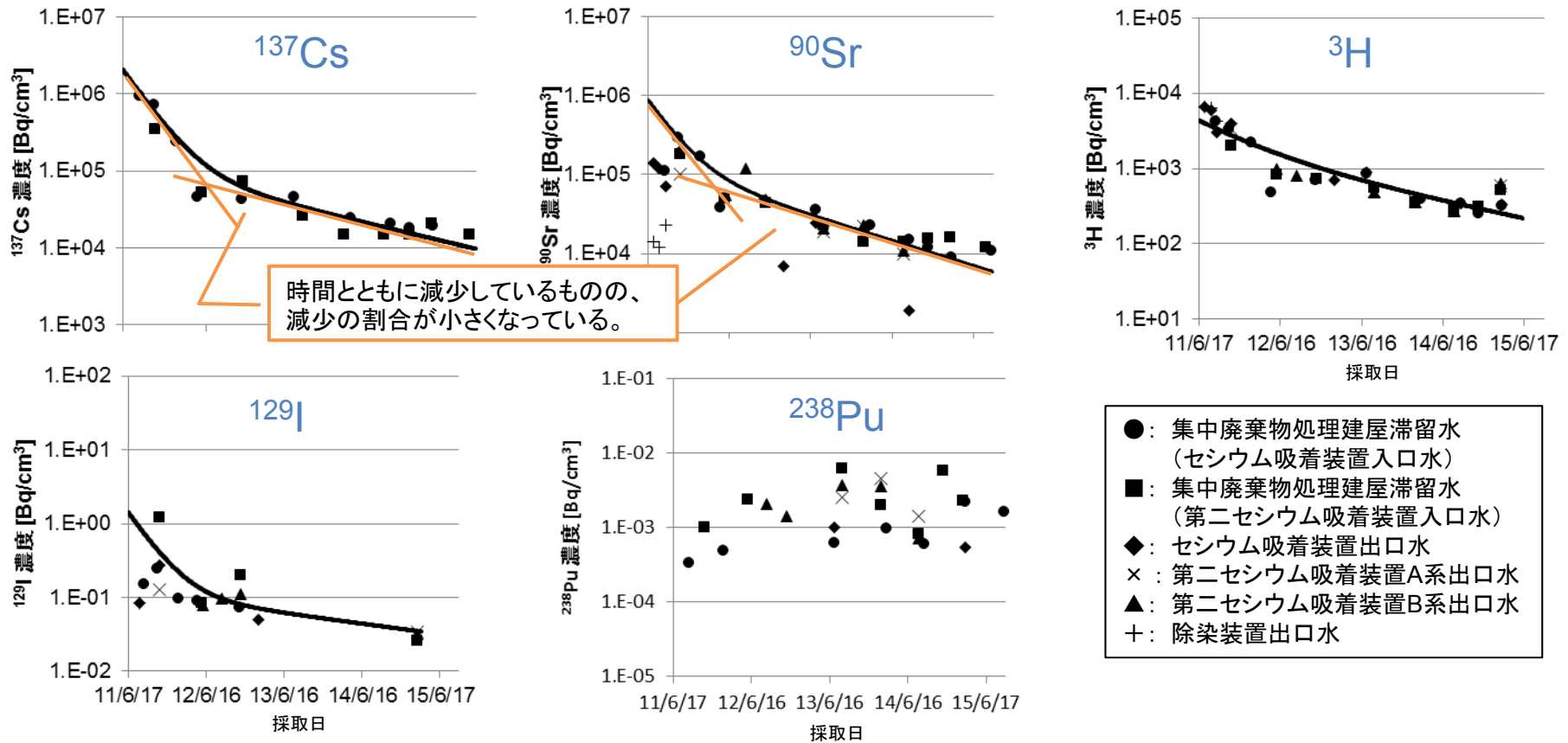


図 汚染水試料に検出された核種の濃度の変化*1

(滞留水がセシウム吸着装置並びに第二セシウム吸着装置の入口水となる)

■ 集中廃棄物処理建屋滞留水では、 ^{137}Cs と ^{90}Sr 濃度が高く同程度であり、 ^3H がこれらに次ぐ傾向にある。他の β (^{129}I)、 α 核種 (^{238}Pu) の濃度はより低い。Cs と Sr 核種の濃度は時間とともに減少しているものの、減少の割合が小さくなっている。

汚染水試料の分析データ (2)

タービン建屋滞留水は、汚染の度合いが号機により異なる傾向にあり、15年9月以降では、1,2,4号機と比較し、3号機で¹³⁷Cs濃度が高い。

タービン建屋滞留水は、上流の格納容器滞留水と濃度が異なる傾向がみられる。

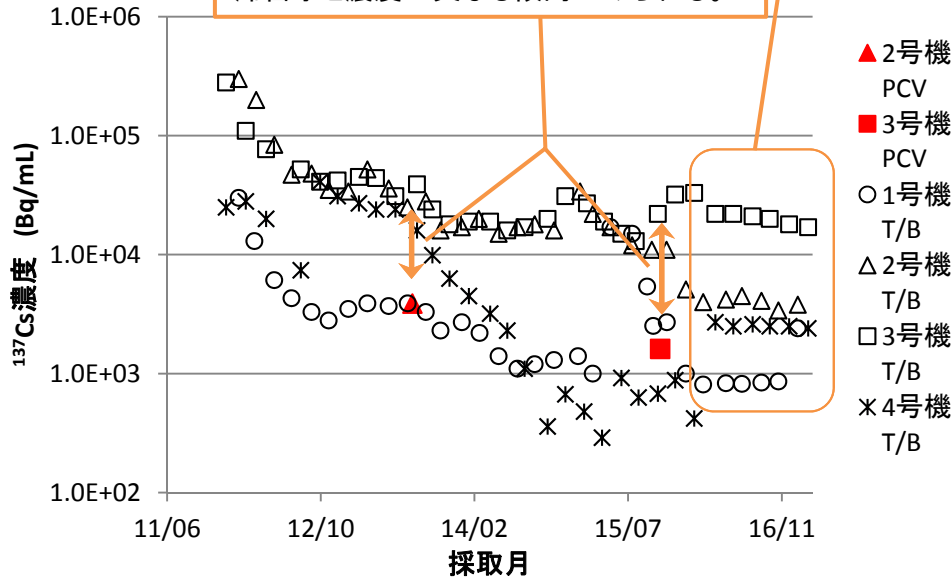


図1 格納容器及びタービン建屋滞留水試料中の¹³⁷Cs濃度の変化*1

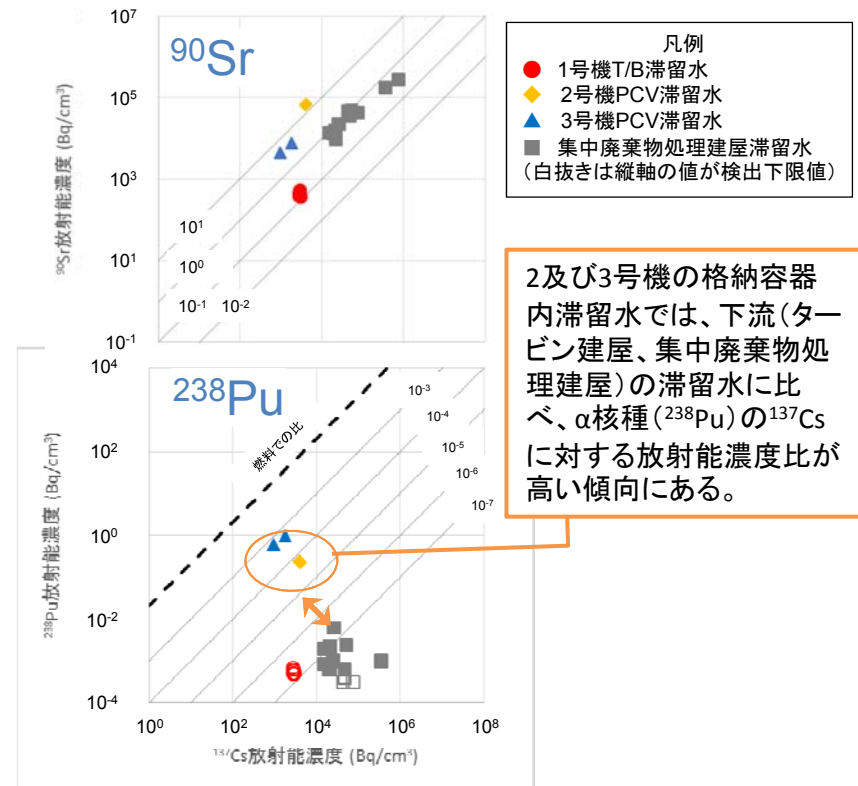


図2 滞留水試料に検出された⁹⁰Srと²³⁸Puの濃度(¹³⁷Csに対するプロット)*1

- タービン建屋滞留水は、汚染の度合いが号機により異なる傾向にある。15年9月以降では、1,2,3号機と比較し、3号機で¹³⁷Cs濃度が高い。また、上流の格納容器滞留水と濃度が異なる傾向がみられる。(図1)
- 2及び3号機の格納容器内滞留水では、下流(タービン建屋、集中廃棄物処理建屋)の滞留水に比べ、α核種(²³⁸Pu)の¹³⁷Csに対する放射能濃度比が高い傾向にある。(図2)

汚染水試料の分析データ (3)

滞留水と処理した水(処理後水)の濃度を比べ、差が小さい場合にはその核種は吸着されていないものと考えられる。⁶⁰Co、⁶³Ni、⁷⁹Se、¹²⁹I 濃度は差が小さく、吸着材中の濃度は低い傾向にある。

表 セシウム吸着装置等の処理水試料中の核種濃度*1

試料名	採取日	放射能濃度 [Bq/cm ³]						
		³ H (約12年)	⁶⁰ Co (約5.3年)	⁶³ Ni (約1.0×10 ² 年)	⁷⁹ Se (約6.5×10 ⁴ 年)	⁹⁰ Sr (約29年)	¹²⁹ I (約1.6×10 ⁷ 年)	¹³⁷ Cs (約30年)
集中RW地下高汚染水(滞留水)	2011年11月1日	3.3×10 ³ ±3×10 ⁰	4.9×10 ⁰ ±4×10 ⁻¹	6.3×10 ⁻¹ ±1×10 ⁻¹	8.3×10 ⁰ ±2×10 ⁻¹	2.9×10 ⁵ ±8×10 ²	2.5×10 ⁻¹ ±2×10 ⁻³	7.4×10 ⁰ ±1×10 ³
セシウム吸着装置処理後水(単独)	2011年11月8日	4.0×10 ³ ±3×10 ⁰	7.4×10 ⁰ ±9×10 ⁻²	7.4×10 ⁻¹ ±1×10 ⁻¹	2.5×10 ⁰ ±9×10 ⁻²	2.0×10 ⁵ ±4×10 ²	2.7×10 ⁻¹ ±3×10 ⁻³	7.7×10 ⁰ ±1×10 ⁻¹
第二セシウム吸着装置処理後水	2011年11月8日	3.3×10 ³ ±3×10 ⁰	4.6×10 ⁻¹ ±4×10 ⁻²	<3.8×10 ⁻¹	1.6×10 ¹ ±1×10 ⁻¹	1.0×10 ⁵ ±3×10 ²	1.3×10 ⁻¹ ±1×10 ⁻³	<2.7×10 ⁻¹
淡水化装置出口水	2011年11月1日	3.9×10 ³ ±3×10 ⁰	<6.0×10 ⁻²	<3.1×10 ⁻¹	8.1×10 ⁻¹ ±3×10 ⁻²	4.0×10 ¹ ±8×10 ⁻²	<2.1×10 ⁻²	<1.3×10 ⁻¹
蒸発濃縮装置入口水	2011年11月1日	6.1×10 ³ ±4×10 ⁰	1.4×10 ¹ ±1×10 ⁻¹	1.1×10 ⁰ ±1×10 ⁻¹	3.0×10 ⁰ ±9×10 ⁻²	2.3×10 ⁴ ±2×10 ¹	1.8×10 ⁻¹ ±2×10 ⁻³	6.6×10 ⁰ ±9×10 ⁻²
蒸発濃縮装置出口水	2011年11月1日	5.4×10 ³ ±4×10 ⁰	<6.1×10 ⁻²	<3.2×10 ⁻¹	7.8×10 ⁻¹ ±3×10 ⁻²	3.5×10 ⁻¹ ±9×10 ⁻³	<2.1×10 ⁻²	<1.3×10 ⁻¹
蒸発濃縮装置濃廃水	2011年11月3日	6.2×10 ³ ±4×10 ⁰	2.7×10 ⁰ ±5×10 ⁻²	<3.1×10 ⁻¹	9.4×10 ¹ ±3×10 ⁻¹	3.2×10 ³ ±6×10 ⁰	1.3×10 ⁰ ±3×10 ⁻²	5.3×10 ¹ ±2×10 ⁻¹

滞留水と濃縮廃液(濃廃水)の濃度を比べ、⁷⁹Se と ¹²⁹I 濃度が滞留水よりも高い傾向にある。

- セシウム吸着装置の吸着材(ゼオライト)は、Cs 核種を含む一方で、⁶⁰Co、⁶³Ni、⁷⁹Se、¹²⁹I 濃度は¹³⁷Cs に比べて低い傾向にある。
- 蒸発濃縮装置の濃縮廃液(濃廃水)は、⁷⁹Se と ¹²⁹I 濃度が滞留水よりも高い傾向にある。

汚染水試料の分析データ (4)

表 除染装置処理水試料中の核種濃度*1
 (除染装置はセシウム吸着装置処理水を処理する。)

試料名	採取日	放射能濃度 [Bq/cm ³]						
		³ H (約12年)	⁶⁰ Co (約5.3年)	⁶³ Ni (約1.0×10 ² 年)	⁷⁹ Se (約6.5×10 ⁴ 年)	⁹⁰ Sr (約29年)	¹²⁹ I (約1.6×10 ⁷ 年)	¹³⁷ Cs (約30年)
セシウム吸着装置 処理後水(連続)	2011年8月9日	6.0 × 10 ³ ± 4 × 10 ⁰	1.7 × 10 ¹ ± 1 × 10 ⁰	1.5 × 10 ⁰ ± 1 × 10 ⁻¹	2.7 × 10 ⁰ ± 9 × 10 ⁻²	1.2 × 10 ⁵ ± 3 × 10 ²	8.3 × 10 ⁻² ± 2 × 10 ⁻³	1.1 × 10 ⁴ ± 2 × 10 ¹
除染装置処理後水	2011年8月9日	6.3 × 10 ³ ± 4 × 10 ⁰	9.9 × 10 ⁰ ± 9 × 10 ⁻²	4.4 × 10 ⁻¹ ± 1 × 10 ⁻¹	3.1 × 10 ⁰ ± 8 × 10 ⁻²	1.2 × 10 ⁴ ± 2 × 10 ¹	8.5 × 10 ⁻² ± 1 × 10 ⁻³	5.3 × 10 ⁻¹ ± 6 × 10 ⁻²

セシウム吸着装置処理後水と除染装置により処理した水(処理後水)の濃度を比べ、
 差が小さい場合にはその核種はスラッジに含まれていないものと考えられる。⁶⁰Co、
⁶³Ni、⁷⁹Se、¹²⁹I 濃度は差が小さく、吸着材中の濃度は低い傾向にある。

- 除染装置のスラッジは、SrとCs 核種を含む一方で、⁶⁰Co、⁶³Ni、⁷⁹Se、¹²⁹I 濃度は ¹³⁷Cs や ⁹⁰Sr に比べて低い傾向にある。

汚染水試料の分析データ (5)

多核種除去設備スラリーは、⁹⁰Sr 濃度が他の核種と比べて 2 桁以上高く、主要核種である。

²³⁸Pu と ²³⁹⁺²⁴⁰Pu 濃度は 1 Bq/cm³ 未満であり、¹³⁷Cs や ⁹⁰Sr に比べて低い。

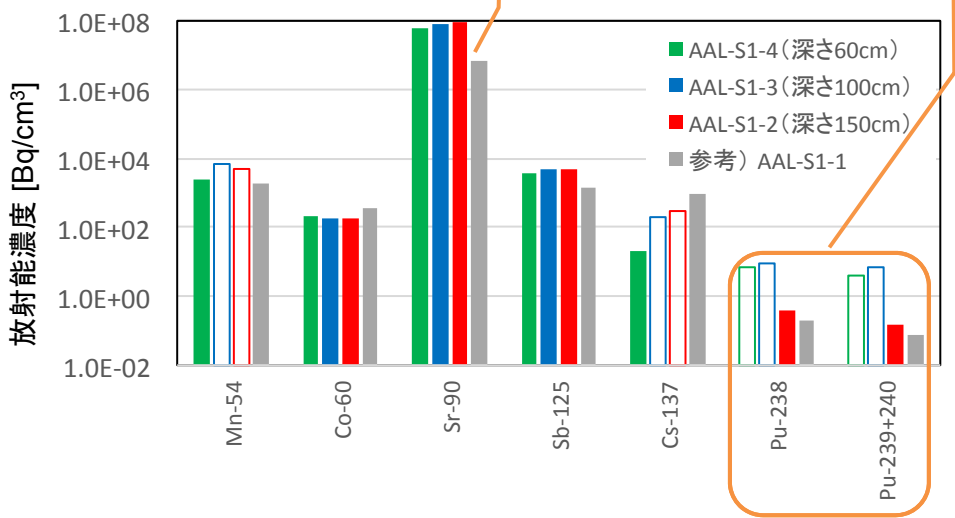


図1 多核種除去設備スラリーの核種濃度*1

※ 白抜きのパバーは検出下限値を示す。

汚染水の上流と下流の水中の濃度を比べ、差が小さい場合にはその核種は吸着されにくいものと考えられる。¹³⁷Cs と ⁹⁰Sr は濃度が低下していく一方で、⁶⁰Co と ⁹⁹Tc は濃度の変化が小さく、吸着材中の濃度は¹³⁷Cs や ⁹⁰Sr に比べて低い傾向にある。

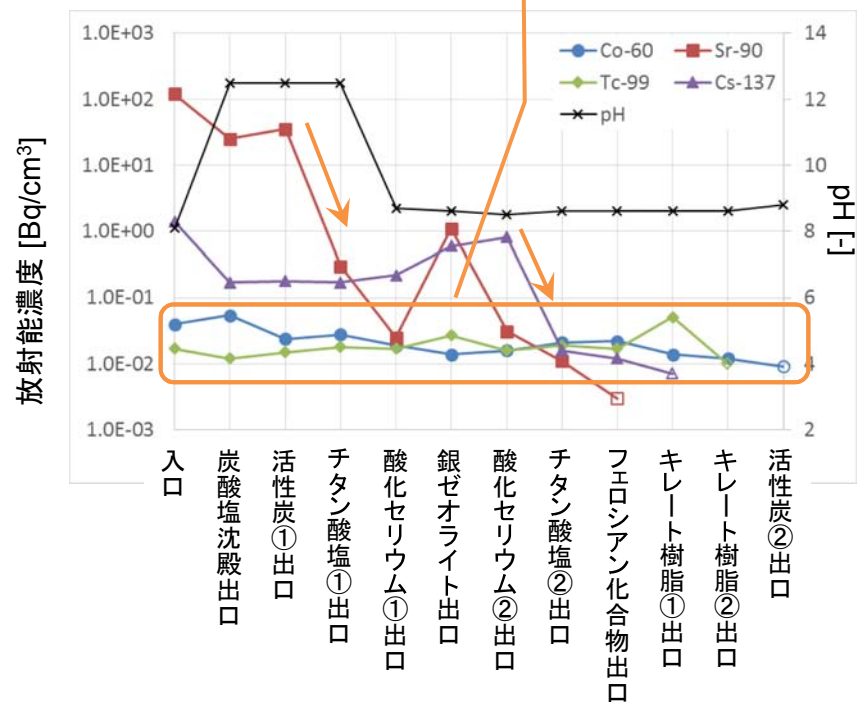


図2 多核種除去設備処理水試料中の核種濃度*2

- 多核種除去設備スラリーは、⁹⁰Sr が主要核種であり、²³⁸Pu と ²³⁹⁺²⁴⁰Pu 濃度は 1 Bq/cm³ 未満である。(図1)
- 多核種除去設備吸着材は、チタン酸塩吸着材が Sr と Cs核種を含む一方で、⁶⁰Co と ⁹⁹Tc 濃度は⁹⁰Sr や ¹³⁷Cs に比べて低い傾向にある。(図2)