

多核種除去設備等処理水の全ベータ値と主要7核種合計値との
かい離調査結果について

2019年 6月17日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- ◆ 2018年度に行ったタンク群の分析結果について、全ベータ放射能測定法による測定値（以下、「全ベータ※」とする）と主要7核種（Cs-134,137,Co-60,Sb-125,Ru-106,Sr-90,I-129）合計値にかい離があり、不明核種の存在が疑われたことから、かい離の原因について調査を行った。
- ◆ かい離の大きいH4N-A6タンクを調査した結果、C-14とTc-99が有意に検出された。なお、このとき検出されたC-14濃度は約45Bq/L（告示濃度：2,000Bq/L）、Tc-99濃度は約29Bq/L（告示濃度：1,000Bq/L）であり、それぞれの告示濃度を下回っていた。
- ◆ 2019年1月21日開催の第67回監視・評価検討会において、H4N-A6タンク以外の複数タンクについても詳細な分析を行うよう指示を受け、追加でタンクの調査を行った。

※全ベータは、以下の2種類の目的で活用している。

- ①自己吸収が少ないサブドレンや地下水バイパス水等の排水試料においてSr-90の代替値として活用
- ②自己吸収が大きい試料では試料の放射性物質濃度の傾向を見た上で測定対象核種以外の核種が存在しないことを確認するために活用

2. 調査対象タンクの選定（1 / 2）

- ◆ 調査対象タンクは、合計 5 タンクとした。
5 タンクの内訳は以下の通り。

- ① 全ベータと主要 7 核種のかい離が大きいタンク群から 3 タンク
- ② 全ベータと主要 7 核種のかい離が小さいタンク群から 1 タンク
- ③ 6 2 核種詳細分析を実施済みの K 4 タンク群から 1 タンク

- ◆ かい離の大小については、全ベータと主要 7 核種の比率で判断し、以下の基準を満たすものから選定した。

- ① かい離大 : $\frac{\text{全ベータ}}{\text{主要 7 核種(換算※)}} > 3$ (3倍以上の開き) 且つ
 $\text{全ベータ} - \text{主要 7 核種(換算※)} > 10\text{Bq/L}$ (絶対値が10以上の開き)
- ② かい離小 : $\frac{\text{全ベータ}}{\text{主要 7 核種(換算※)}} = 1 \pm 0.05$ (極力1に近い)

※核種毎に全ベータへの寄与が異なることから、主要 7 核種の全ベータへの寄与は、高エネルギー加速器研究機構のレポート「egs5による東京電力福島第一原子力発電所における測定対象核種毎の全ベータ換算係数の計算(KEK Internal 2018-6 January 2019 R)」に記載されている全ベータ換算係数を用いて算出した。

また、Sr-90とRu-106の娘核種であるY-90及びRh-106はそれぞれの親核種と放射平衡であると仮定して主要7核種の全ベータへの寄与に加算した。

2. 調査対象タンクの選定（2 / 2）

◆ 前頁の考え方にに基づき調査対象タンクを下表の通り選定した。

No.	条件	選定タンク	備考（2018年度の分析結果）	
1	かい離大	G1S-B7	全ベータ/主要7核種=4.63	Δ23.45Bq/L
2		H4-D1	全ベータ/主要7核種=4.16	Δ22.33Bq/L
3		H4-A11	全ベータ/主要7核種=3.31	Δ17.05Bq/L
4	かい離小	J3-B1	全ベータ/主要7核種=0.97	
5	K 4タンク群	K4-D1	K 4タンク群の中で最もかい離が小さいタンク 全ベータ/主要7核種=1.13	
6	分析済み	H4N-A6	全ベータ/主要7核種=4.45	Δ31.55Bq/L

<参考>

2018年度未までに分析 終了したタンク群数	全ベータと主要7核種の比率（全ベータ/主要7核種）毎のタンク群数			
	2倍未満	2倍超3倍未満	3倍超4倍未満	4倍超※
153	100	36	13	4

※最大は、今回調査対象タンクに選定したG1S-B7タンクの「4.63」

3. 調査内容

- ◆ 5つのタンク全てについて、以下の分析を実施。

No.	分析項目	備考
1	全ベータ	
2	線放出核種(Cs-134,Cs-137,Co-60,Sb-125,Ru-106)	主要7核種
3	Sr-90	主要7核種
4	I-129	主要7核種
5	C-14	
6	Tc-99	
7	上記以外の核種（ベータ線エネルギースペクトルによる）	注)

注) C-14,Tc-99以外のベータ線放出核種の存在についてスペクトルを確認し、新たな核種の存在が確認された場合、核種の特定と分析を実施。

4. 調査結果

◆ タンク群分析結果

主要7核種

単位：Bq/L

No.	選定タンク	Cs-134	Cs-137	Co-60	Sb-125	Ru-106	Sr-90	I-129	C-14	Tc-99
1	G1S-B7	<0.061	0.19	0.60	0.45	1.2	1.1	3.0	78	3.8
2	H4-D1	<0.071	0.14	0.51	0.32	1.9	0.35	3.4	71	6.5
3	H4-A11	<0.063	0.067	0.95	0.42	<0.46	0.49	7.3	140	<0.70
4	J3-B1	0.16	0.96	0.92	0.75	<0.47	<0.27	9.0	14	<0.70
5	K4-D1	0.16	0.12	0.64	0.17	<0.48	<0.19	3.0	10	<0.70

No.	選定タンク	全ベータ*	残渣量* (mg)	かい離
1	G1S-B7	29	59.62	大
2	H4-D1	27	54.38	
3	H4-A11	32	63.39	
4	J3-B1	12	68.47	小
5	K4-D1	5	42.55	

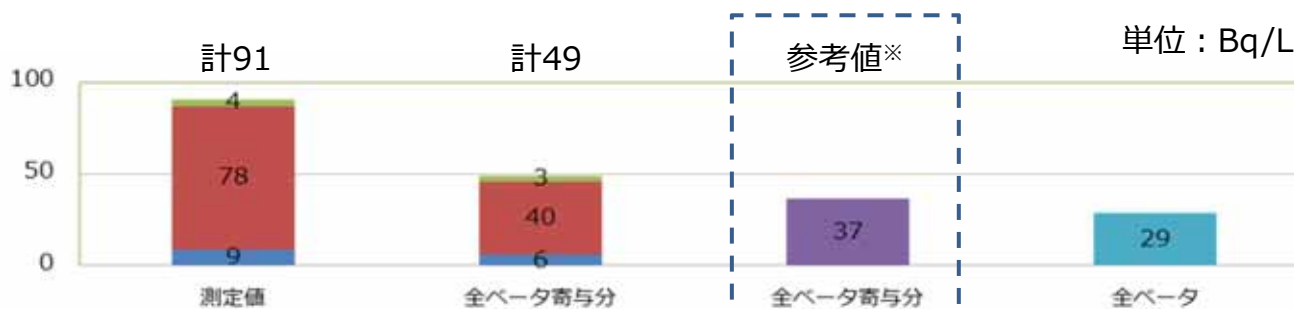
- かい離の大きいタンクは、C-14が有意に検出された。一方、かい離の小さいタンクのC-14は低濃度であった。
- H4N-A6タンクで有意に検出されたTc-99は、今回の調査では低濃度であった。

*全ベータおよび残渣量は、3回測定の平均値

4. 調査結果：かい離「大」タンク群

- ・ C-14の存在を考慮した全ベータ寄与分（自己吸収考慮）は、全ベータを下回ることにはなかった。
- ・ かい離の大きい3タンク全てにおいて同様の結果であった。

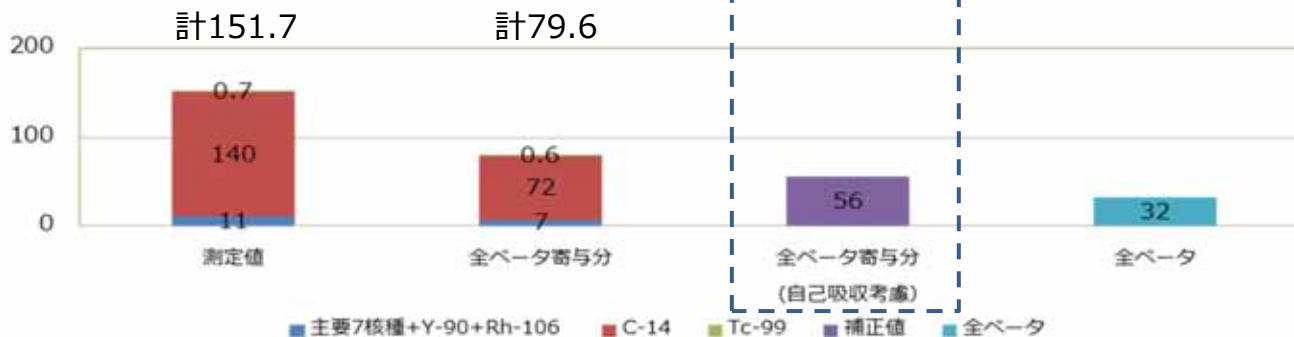
G1S-B7



H4-D1

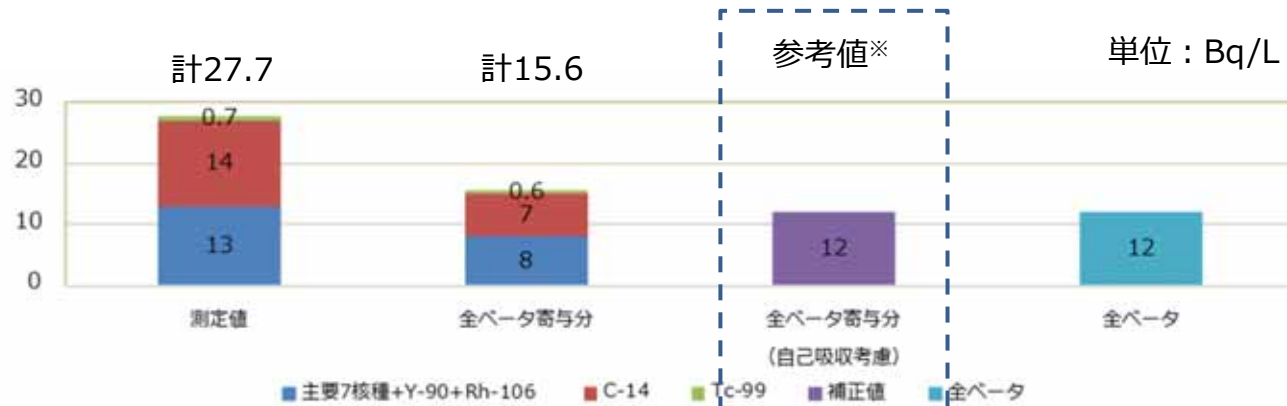


H4-A11

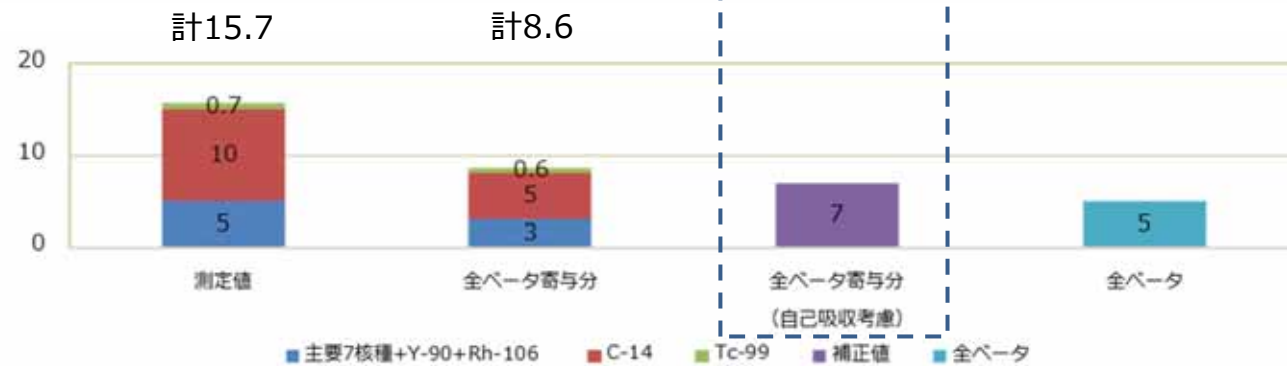


4. 調査結果：かい離「小」タンク群

J3-B1



K4-D1



※全ベータ寄与分（自己吸収考慮）については、自己吸収の原因物質が試料中に均一に存在したと仮定して、アイソトープ手帳記載の自己吸収の補正式によって評価した値であり、存在形態によっては、自己吸収の程度が変わる可能性もあるため、参考値扱いとしている

◆ 主要7核種合計値と全ベータにおけるかい離の要因について

- ・ これまでの調査結果から、かい離の主要因はC-14とTc-99と判明。
- ・ C-14とTc-99以外で全ベータに大きく影響を及ぼす核種の存在は確認されなかった。
- ・ なお、ALPS処理水の放射能濃度が変動するのは、処理前の水の放射能濃度の変動や吸着材の性能低下によるものであり、吸着材の交換頻度を上げて運用を行うことで、変動を小さくすることが可能。
- ・ 今回の調査により、全ベータと測定対象核種合計値にかい離がある場合の不明核種を特定する分析手法は確立され、分析精度の確からしさも有していると考ええる。

◆ 今後の対応

- ・ ALPS処理水の処分に当たり、環境へ放出する場合は処分前に告示比総和1未満となるよう二次処理を実施することとしている。
- ・ 今後、告示比総和にC-14の寄与も考慮する。（Tc-99は除去対象核種なので考慮済み）
- ・ 全ベータは測定対象核種以外の核種の存在有無を確認するために有効な手法であり、今後も引き続き、タンク群に限らず種々のモニタリングにおいて傾向監視に活用していく。

以 上

<参考> 分析手法一覧

◆ 今回の調査に用いた分析手法

■ 主要7核種の分析手法

核種	分析手法	化学的前処理	測定器	試料量	測定時間
Cs-137	γ線スペクトロメトリー	なし	Ge検出器	2L	10万秒
Cs-134					
Sb-125					
Co-60					
Ru-106					
I-129	ICP-MS法	SrレジンによるSr抽出	ICP-MS	2 or 5mL	100秒
Sr-90	Srレジン法		ピコベータ	1L	1000秒

■ 全ベータの分析手法

核種	分析手法	化学的前処理	測定器	試料量	測定時間
全ベータ	全ベータ放射能測定法	蒸発乾固	低バックグラウンドガスフロー計数装置	10mL	6000秒

■ C-14, Tc-99の分析手法

核種	分析手法	化学的前処理	測定器	試料量	測定時間
C-14	湿式分解法	酸化剤による酸化	液体シンチレーションカウンタ	100mL	15000秒
Tc-99	ICP-MS法	なし	ICP-MS	2mL	100秒

<参考> 各タンク群の処理時期

タンク名称	G1S-B7	H4-D1	H4-A11	J3-B1	K4-D1	H4N-A6
処理時期	2018年度	2018年度	2017年度～ 2018年度	2014年度	2016年度	2017年度