

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

2020年3月16日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- ◆ 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）合計値にかい離が見られた原因について、かい離が最も大きいH4N-A6タンクの調査を実施し、C-14とTc-99が有意に検出されたことを報告（第67回特定原子力施設監視・評価検討会，2019年1月21日）
- ◆ 調査結果の裏付けのため、かい離の大きい3タンク及びかい離の小さい2タンクに対して調査を行い、かい離の主要因がC-14とTc-99の影響であったことを確認
（第72回特定原子力施設監視・評価検討会，2019年6月17日）
- ◆ その後、難測定核種であるC-14の分析体制強化を図るため、分析要員の育成を実施
- ◆ 2018年度に分析が完了しており、かい離の大きなタンクについて追加で調査を実施するとともに、2019年度に新たに処理が完了したタンクについても同様に調査を実施

2. 調査対象タンクの選定（1 / 3）

- ◆ 調査対象タンクについては、前回調査時と同様に以下の基準を満たすものを選定した。

選定基準

全ベータ／主要7核種(換算※) > 3 (3倍以上の開き) 且つ
全ベータ－ 主要7核種(換算※) > 10Bq/L(絶対値が10以上の開き)

※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。

- ◆ 調査選定基準を満たすタンクは以下の通り。
 - 2018年度に分析を終えたタンクのうち8タンク
 - 2019年度に分析を終えた全30タンクのうち9タンク

2. 調査対象タンクの選定（2 / 3）

【2018年度に分析が完了していたタンク】

◆ 2018年度の分析結果から調査対象タンクを下表のとおり選定。

No.	選定タンク	備考（2018年度の分析結果）
1	H2-A1	全ベータ／主要7核種=3.21 Δ16.94Bq/L
2	J7-D1	全ベータ／主要7核種=3.90 Δ11.84Bq/L (中段の測定結果)
3	H4-D7	全ベータ／主要7核種=4.13 Δ14.31Bq/L
4	H4-D8	全ベータ／主要7核種=3.85 Δ35.95Bq/L
5	H1E-C8	全ベータ／主要7核種=3.11 Δ11.81Bq/L
6	K3-A3	全ベータ／主要7核種=3.25 Δ11.18Bq/L
7	H4N-C1	全ベータ／主要7核種=3.12 Δ12.68Bq/L
8	G1S-A5	全ベータ／主要7核種=3.54 Δ24.24Bq/L

2. 調査対象タンクの選定（3 / 3）

【2019年度に処理を終えたタンク】

◆ 2019年度に処理を終えた調査対象タンクの内訳は下表のとおり。

No.	選定タンク	備考
1	H4-B1	全ベータ/主要7核種=4.10 Δ19.91Bq/L
2	H4-B6	全ベータ/主要7核種=5.13 Δ18.07Bq/L
3	H4-B7	全ベータ/主要7核種=4.82 Δ48.97Bq/L
4	H6(1)-B1	全ベータ/主要7核種=4.54 Δ29.99Bq/L
5	G6-B6	全ベータ/主要7核種=5.48 Δ25.46Bq/L
6	G6-B1	全ベータ/主要7核種=4.56 Δ17.16Bq/L
7	H5-B11	全ベータ/主要7核種=4.13 Δ14.58Bq/L
8	H6(2)-A1	全ベータ/主要7核種=3.87 Δ22.58Bq/L
9	H3-B5	全ベータ/主要7核種=3.19 Δ20.44Bq/L

3. 調査内容

◆ 調査対象タンクについて、以下の分析を実施

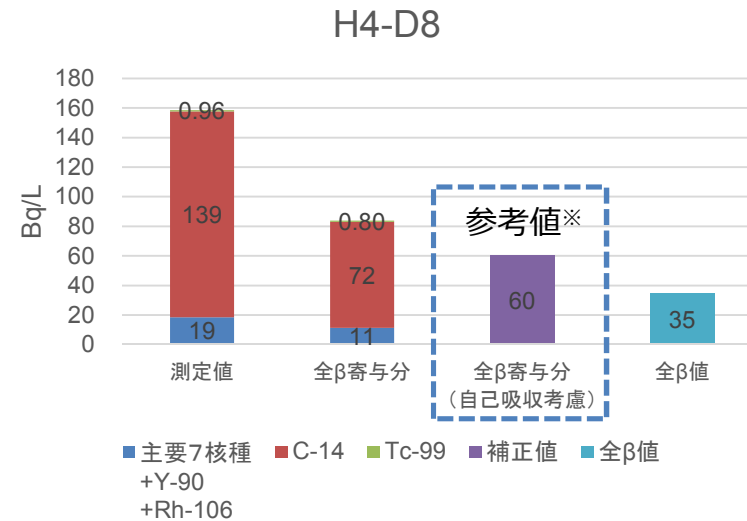
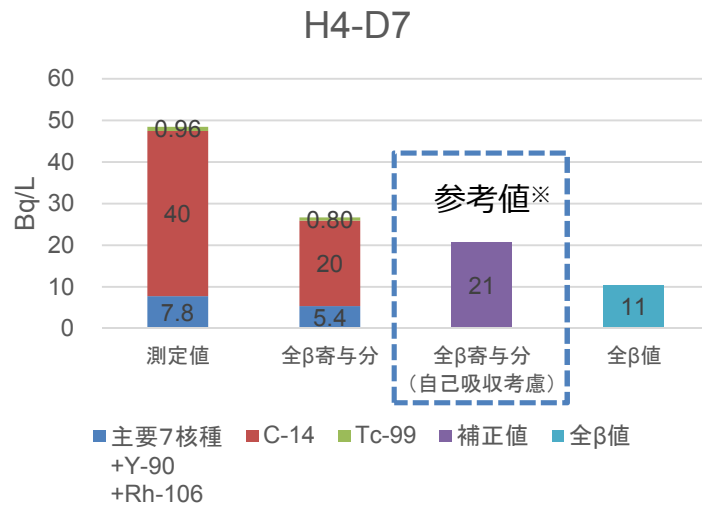
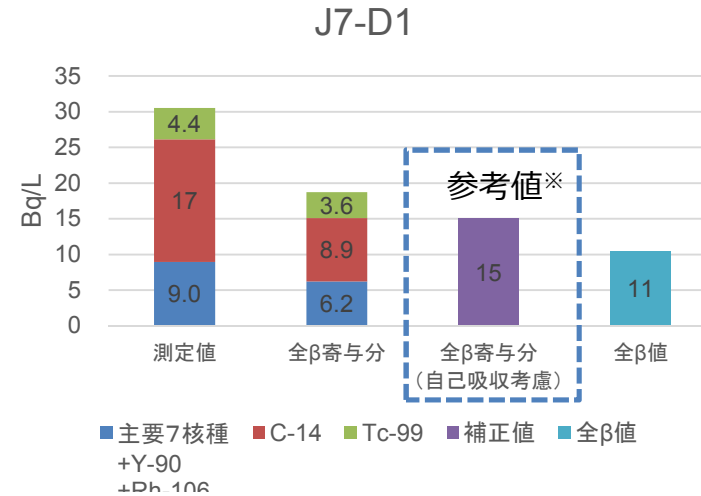
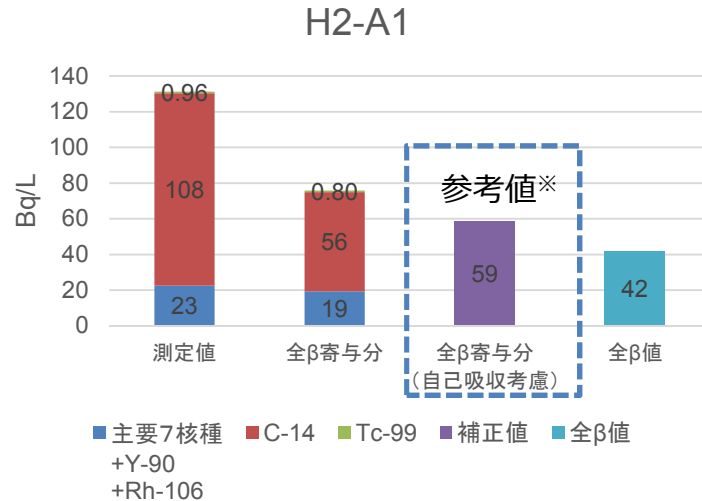
No.	分析項目	備考
1	全ベータ	
2	γ 線放出核種(Cs-134,Cs-137,Co-60,Sb-125,Ru-106)	主要7核種
3	Sr-90	主要7核種
4	I-129	主要7核種
5	C-14	
6	Tc-99	

< 注釈 >

- 2018年度に処理を終えた8タンクは、再サンプリングを行い、上記分析項目を改めて実施。
- 2019年度に処理を終えた30タンク全てに対し上記の分析項目を実施しており、今回はかい離の大きい9タンクについて報告を行う。
- 分析に要した期間は1タンクあたり約20日間。
- サンプリングが完了したタンクから順次分析を開始し、同時並行で進めていくことにより約2ヶ月間で全38タンクの分析を完了した。

4. 調査結果（2018年度に処理を終えたタンク）

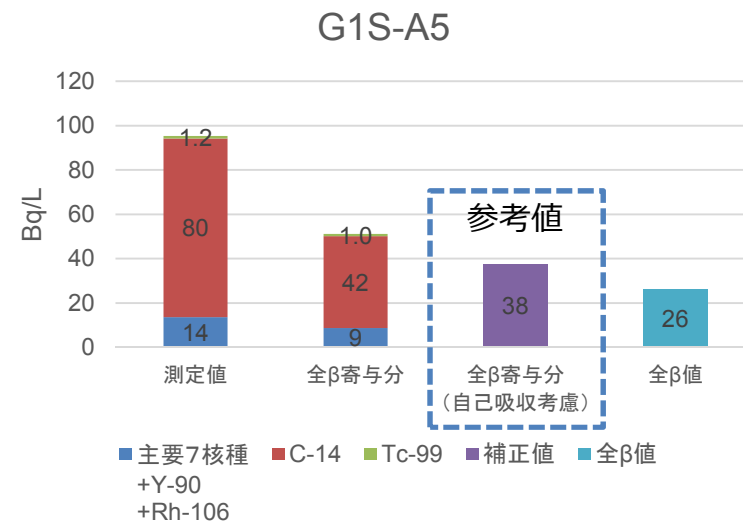
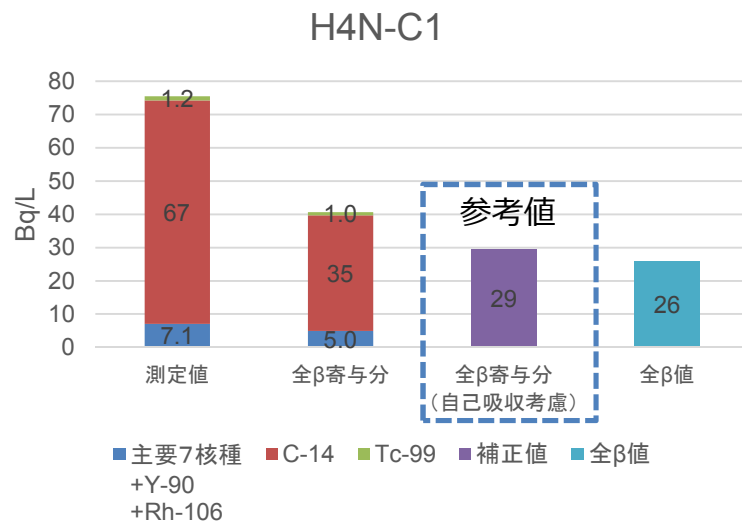
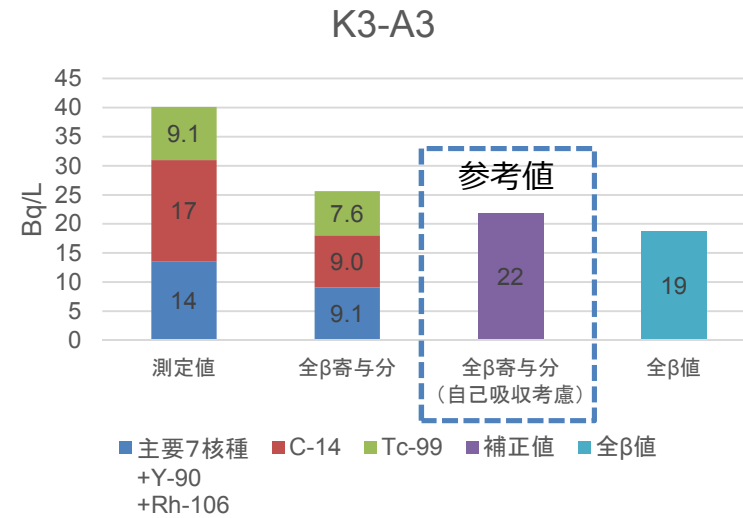
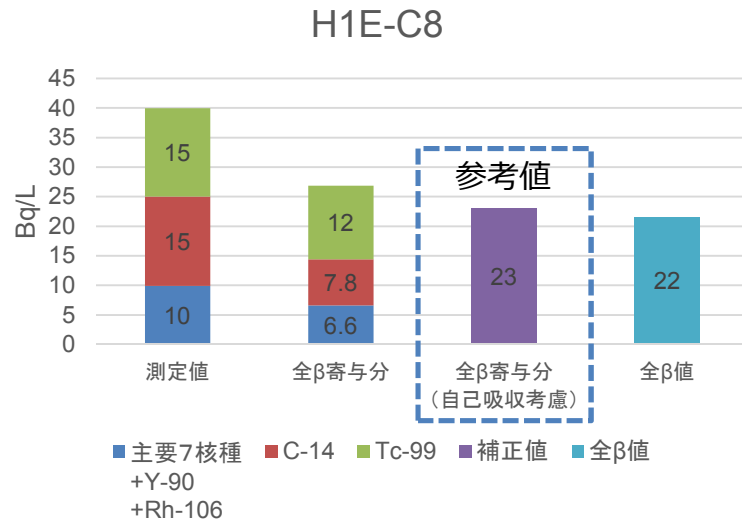
◆ 主要7核種、C-14及びTc-99を考慮した全ベータ寄与分（自己吸収考慮）は、全ベータ値を下回ることにはなかった。



※上記は全て2019年度に再サンプリングした試料の分析結果

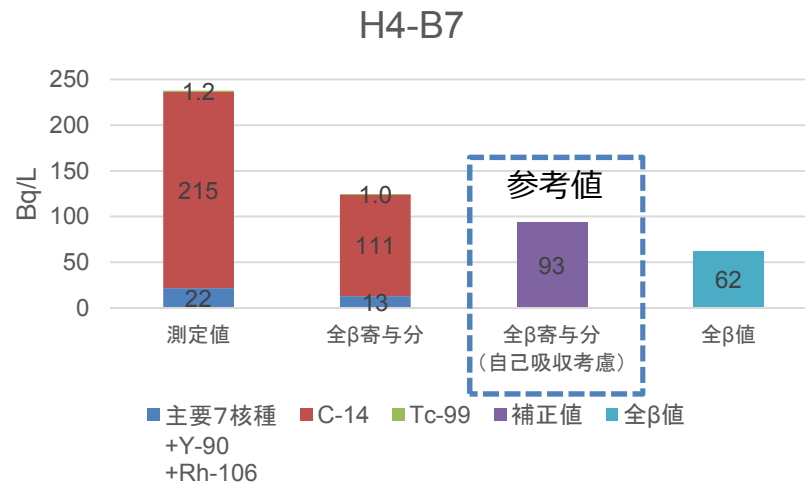
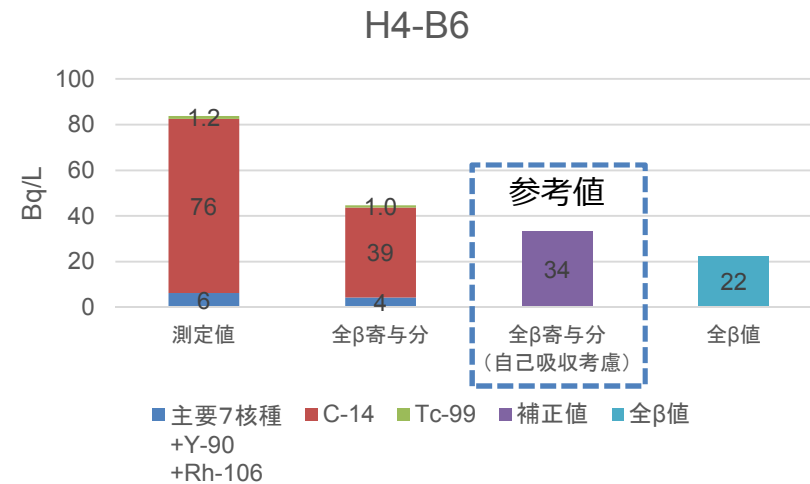
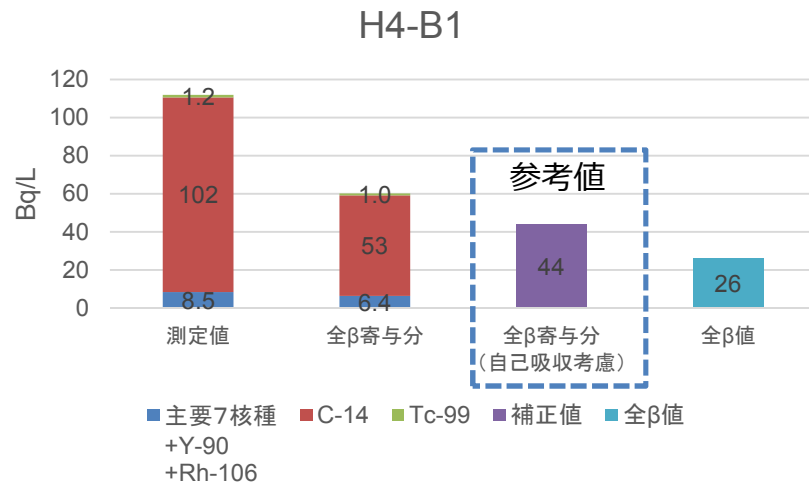
※全ベータ寄与分（自己吸収考慮）については、自己吸収の原因物質が試料中に均一に存在したと仮定して、アイソトープ手帳記載の自己吸収の補正式によって評価した値であり、存在形態によっては、自己吸収の程度が変わる可能性もあるため、参考値扱いとしている

4. 調査結果（2018年度に処理を終えたタンク）



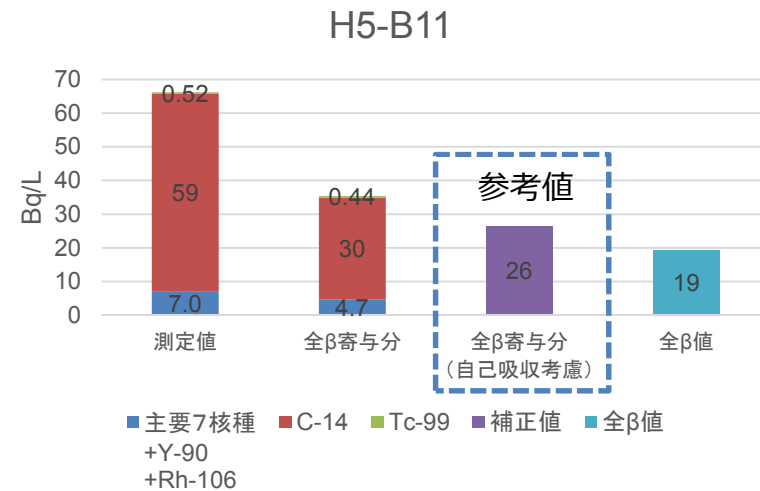
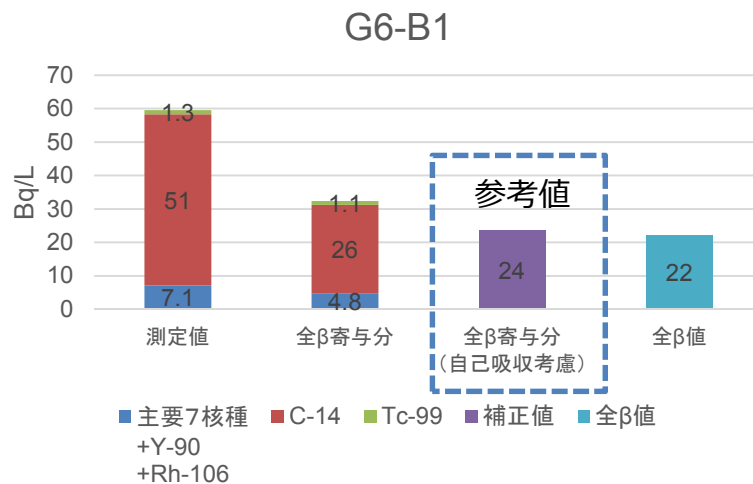
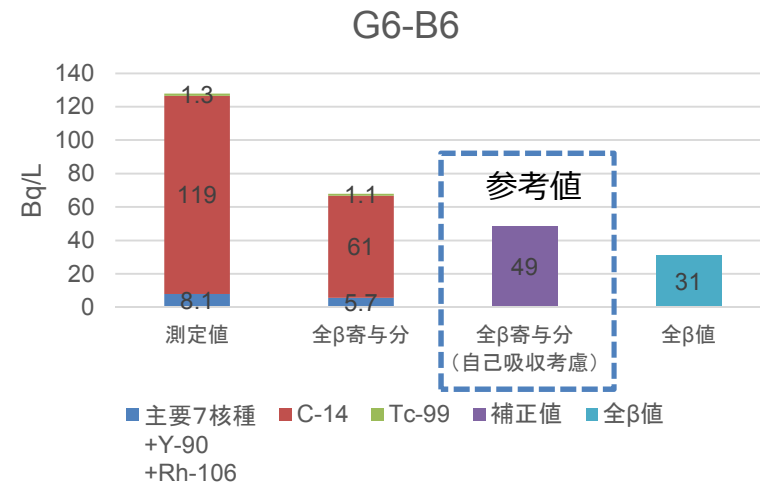
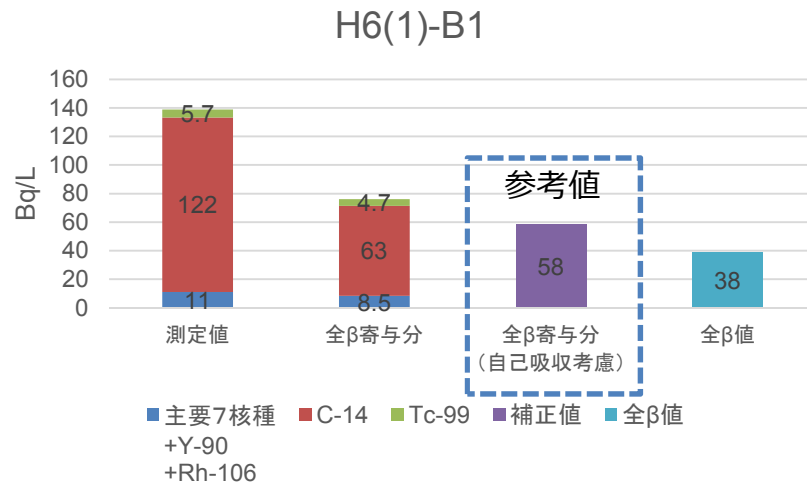
※上記は全て2019年度に再サンプリングした試料の分析結果

4. 調査結果（2019年度に処理を終えたタンク）

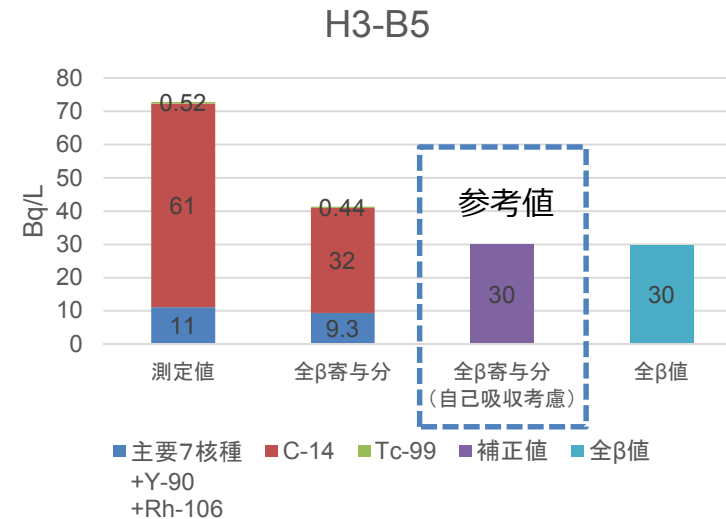
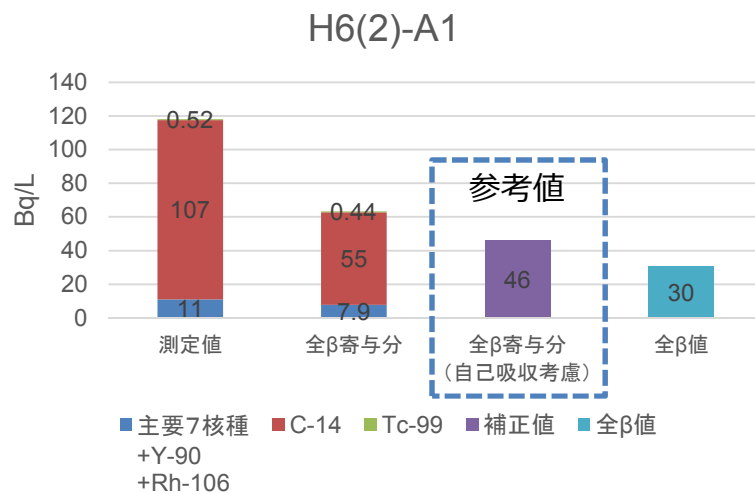


◆ 2019年度以降に処理を終えたタンクについても、主要7核種、C-14及びTc-99を考慮した全ベータ寄与分（自己吸収考慮）は、全ベータ値を下回ることはなかった。

4. 調査結果 (2019年度に処理を終えたタンク)



4. 調査結果（2019年度に処理を終えたタンク）



- 全ベータ寄与分（自己吸収考慮）と全ベータ値の差は、試料の自己吸収によるものが大きいと考える。
- これを裏付けるため、H4-D7タンク水について、全ベータ測定試料を複数作成し測定した結果、最大値（約15Bq/L）に対して最小値は約33%低い約10Bq/Lであった。
- これまでの調査結果について、全ベータ寄与分（自己吸収考慮）が全ベータ値より大きいことから、かい離の要因はC-14とTc-99で説明できると考える。
- また、これまで行ったベータ線エネルギースペクトルの確認結果からも、全ベータ値に大きく影響を及ぼす他の核種の存在は確認されていないことから、かい離の要因はC-14とTc-99によるものと考えられる。

◆ 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

- 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ず、改めてかい離の主要因がC-14とTc-99によるものと確認した。

◆ 今後の対応

- 処理を終えたタンクの主要7核種、C-14、Tc-99及び全ベータの分析を継続し、主要7核種、C-14及びTc-99を考慮した全ベータ寄与分が全ベータ値を下回る場合には、別途不明核種の存在有無に係る調査を実施する。

以 上

<参考> 分析結果 (2018年度に処理を終えたタンク)



放射能濃度の単位 : Bq/L

選定タンク	Cs-134	Cs-137	Co-60	Ru-106	Sb-125	Sr-90	I-129	全β	C-14	Tc-99	析出重量 (mg)
H2-A1	<0.43	<0.25	0.23	<1.7	<0.66	6.2	5.2	42	108	<1.0	56.78
J7-D1	<0.24	<0.25	0.95	<1.4	<0.45	0.75	2.8	11	17	4.4	57.16
H4-D7	<0.18	0.31	0.49	<1.4	<0.48	0.69	2.2	11	40	<1.0	52.51
H4-D8	<0.21	<0.20	1.3	<1.4	0.81	<0.40	13	35	139	<1.0	60.07
H1E-C8	<0.22	0.47	0.86	<2.0	<0.64	<0.51	2.8	22	15	15	47.58
K3-A3	<0.39	1.3	0.51	<2.8	<1.1	<0.47	3.8	19	17	9.1	48.40
H4N-C1	<0.15	<0.24	1.6	<1.4	<0.46	<0.42	1.0	26	67	<1.2	64.37
G1S-A5	<0.19	0.34	1.3	<1.4	<0.48	<0.50	7.6	26	80	<1.2	59.44

<参考> 分析結果 (2019年度に処理を終えたタンク)



放射能濃度の単位：Bq/L

選定タンク	Cs-134	Cs-137	Co-60	Ru-106	Sb-125	Sr-90	I-129	全β	C-14	Tc-99	析出重量 (mg)
H4-B1	<0.20	0.40	2.1	<1.5	<0.47	0.81	0.80	26	102	<1.2	60.17
H4-B6	<0.15	0.44	0.70	<1.2	<0.43	<0.40	1.3	22	76	<1.2	55.20
H4-B7	<0.17	<0.24	0.70	<1.2	0.56	<0.39	17	62	215	<1.2	51.78
H6(1)-B1	<0.13	0.70	2.9	<1.3	<0.42	1.1	2.3	38	122	5.7	52.45
G6-B6	<0.28	0.22	1.7	<1.2	<0.44	0.55	1.9	31	119	<1.3	62.07
G6-B1	<0.16	<0.23	0.94	<1.3	<0.47	<0.45	1.8	22	51	<1.3	63.45
H5-B11	<0.12	<0.20	0.68	<1.2	<0.39	0.41	2.3	19	59	<0.52	56.11
H6(2)-A1	<0.24	<0.23	1.3	<1.3	<0.46	1.2	3.7	30	107	<0.52	60.40
H3-B5	<0.27	0.44	1.7	<1.2	<0.39	2.3	1.4	30	61	<0.52	71.94

<参考> 2019年度に処理を終えたタンクのうち、かい離が大きいタンクの分析結果 (1/2)



放射能濃度の単位：Bq/L

タンク名	Cs-134	Cs-137	Co-60	Ru-106	Sb-125	Sr-90	I-129	主要7核種換算値	全β寄与分(自己吸収考慮)	全β	C-14	Tc-99	析出重量(mg)
H4-E1	<1.1	6.7	<0.95	<7.5	<2.3	3.1	2.2	27	40	35	34	<1.2	48.54
H6(1)-A1	<1.6	2.4	<3.0	<14	<4.5	0.84	1.1	28	76	39	119	<1.3	42.70
H6(1)-A5	2.6	43	<1.1	<9.5	<3.9	21	1.0	109	144	98	95	<1.3	45.26
H6(1)-B5	<1.3	28	<0.95	<8.6	<3.5	8.9	2.0	65	129	103	116	32	51.43
B-C1	<0.33	1.6	0.52	<1.5	1.9	1740*	45	3790	3640	3850*	10	4.6	75.54
B-D1	<0.16	0.30	<0.18	<1.3	<0.50	1.2	0.66	5.3	7.5	8.0	3.8	<1.3	48.77
B-E1	<0.21	0.39	0.48	<1.4	2.2	457*	46	1020	973	1040*	9.9	4.5	76.34
B-E6	<0.23	1.0	0.46	<2.3	2.4	7360*	41	15900	15200	15600*	13	4.8	90.92
BS-A1	<0.21	<0.24	<0.19	1.8	<0.72	3.8	0.91	12	14	8.7	5.4	<1.3	51.19
BS-A5	<0.18	0.39	0.77	<1.3	<0.40	3.5	2.6	12	16	7.3	13	<1.3	76.77
H5-A1	<0.41	<0.24	1.2	1.8	1.4	<0.34	2.0	6.4	36	18	83	<1.3	64.83

*2013～2014年度の処理水を貯留していたG4,G5タンク（フランジタンク）から現在貯留しているタンク（溶接タンク）に移送し、そのタンクが2019年度に満水となったもの

<参考> 2019年度に処理を終えたタンクのうち、かい離が大きくないタンクの分析結果 (2/2)



放射能濃度の単位：Bq/L

タンク名	Cs-134	Cs-137	Co-60	Ru-106	Sb-125	Sr-90	I-129	主要7核種 換算値	全β寄与分 (自己吸収 考慮)	全β	C-14	Tc-99	析出重 量(mg)
H5-B1	<0.24	<0.23	1.3	<1.4	3.4	<0.39	2.2	7.3	18	22	30	<1.3	62.23
H5-C7	<0.18	<0.23	1.6	<1.9	<0.72	<0.44	5.1	8.0	35	24	78	<0.52	62.96
H5-C1	<0.29	<0.20	1.5	1.1	0.70	<0.41	2.2	5.5	23	14	47	<0.52	59.50
H5-A12	<0.14	<0.23	0.66	<1.3	<0.46	<0.41	2.8	5.1	24	15	53	<0.52	60.87
H6(2)-B1	<0.18	<0.21	0.65	<1.2	0.51	<0.38	2.3	4.7	8.4	<5.4	11	<0.52	60.29
H6(2)-B5	<0.22	<0.24	1.6	1.8	1.8	<0.40	5.0	8.6	18	16	32	<0.52	74.73
H6(2)-A5	<0.17	<0.24	1.2	<1.5	<0.47	9.3	1.2	24	46	40	67	<0.52	71.49
G1S-B5	<0.42	2.6	0.62	<3.0	3.8	18500*	43	40000	37300	37700*	23	6.6	132.5
H3-A1	<0.19	<0.25	0.61	<1.2	<0.46	5.3	<0.19	14	52	32	104	<0.52	58.93
G3-D1	<1.7	9.3	12	<11	17	2280**	1.9	4960	4830	5620**	9.5	<0.52	52.75

*2013～2014年度の処理水を貯留していたG4,G5タンク（フランジタンク）から現在貯留しているタンク（溶接タンク）に移送し、そのタンクが2019年度に満水となったもの

**過去にSr処理水を貯留していたタンクをALPS処理水用に再利用したもの