

福島第一原子力発電所 測定・確認用タンク（K4タンク群） 循環攪拌実証試験結果について

＜ 参 考 資 料 ＞
2022年7月11日
東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー

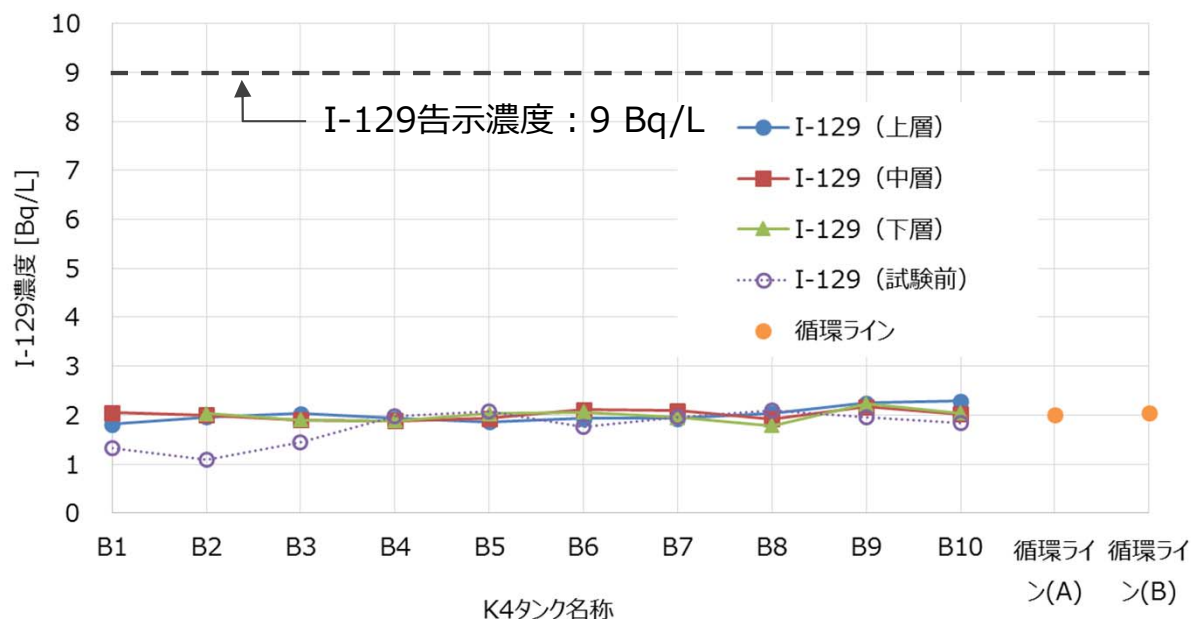
- ALPS処理水の取扱いに関する安全確保ための設備のうち、測定・確認用設備（K4タンク群）では、ALPS処理水に含まれるトリチウム・62核種・炭素14を測定し、62核種及び炭素14が、希釈放出前の段階で環境への放出に関する規制基準値を確実に下回るまで浄化されていることを確認することとしています。
 - 具体的には、K4タンク群（30基・約3万m³）を3群（10基・約1万m³）に分け、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担いますが、測定に際しては循環・攪拌により均一化した上で分析する水を採取します。
 - その事前準備として、2021年11月、K4タンク群のタンク1基で攪拌実証試験を実施し、タンク1基ごとに設置する攪拌装置に十分な攪拌効果があることを確認しました。
 - これを踏まえ、本年2月、タンク10基を連結した循環実証試験を実施しました。具体的には、循環ポンプによりK4タンクB群全体の水を循環しながら、各タンクに設置した攪拌装置で攪拌したところ、第三リン酸ナトリウムとトリチウムの分析結果から、タンク水量が2巡した以降に循環ラインサンプリングポイントから採取した試料はタンク水の代表試料とできることを確認しました。
 - 上記試験結果を踏まえて、測定・確認用タンクは下記の運用とすることとしています。
 - 設備構成は循環攪拌実証試験と同様とし、循環攪拌の運転時間は、放出開始の当面はタンク水量の2倍以上確保する運用とする。（必要に応じトレーサを用いた検証を実施し、最適な運転時間を確認）
- ＜2022年2月24日までにお知らせ済み＞

- 今回、本年2月の循環実証試験のうち、主要7核種※の分析結果が取りまとめられ、前回と同様、タンク間で均一となっている状況が確認できました。具体的な確認事項は以下の通りです。なお、本試験では、精度良く分析可能と考えられるトリチウムとリン酸を試験の主要な指標としており、主要7核種の分析を実施し、念のためその挙動についても確認しました。
 - 各タンクの主要7核種濃度のばらつきが試験前後で減少もしくは同程度であり、タンク間水質が均一となっていること。
 - タンク水量が2巡した以降に、循環ラインサンプリングポイント(A)(B)から採取した水に含まれる主要7核種濃度が、タンク全体の濃度の平均値とほぼ等しいこと。
 - 主要7核種のうち、Cs-134・Ru-106・Sb-125・Sr-90の濃度は検出限界値未満であったこと。

※主要7核種：Cs-134, Cs-137, Sr-90, I-129, Ru-106, Co-60, Sb-125

分析結果（1）試験終了後タンク水サンプリング結果（I-129）

- 主要7核種のうち、告示濃度比総和への寄与が最も大きいI-129のサンプリング結果を示します。
 - 試験終了後(循環攪拌運転144時間経過後)のタンク10基の上層(10m)・中層(5m)・下層(1.5m)から採取した試料に含まれるI-129濃度の平均値は、2.00 Bq/L、標準偏差は0.12 Bq/Lとなりました。
 - 試験開始前サンプリング結果のI-129の相対標準偏差が18.8%。一方で、試験終了後の相対標準偏差は5.8%と減少していることから、循環攪拌運転によりタンク内水質が均一化されていることを確認しました。



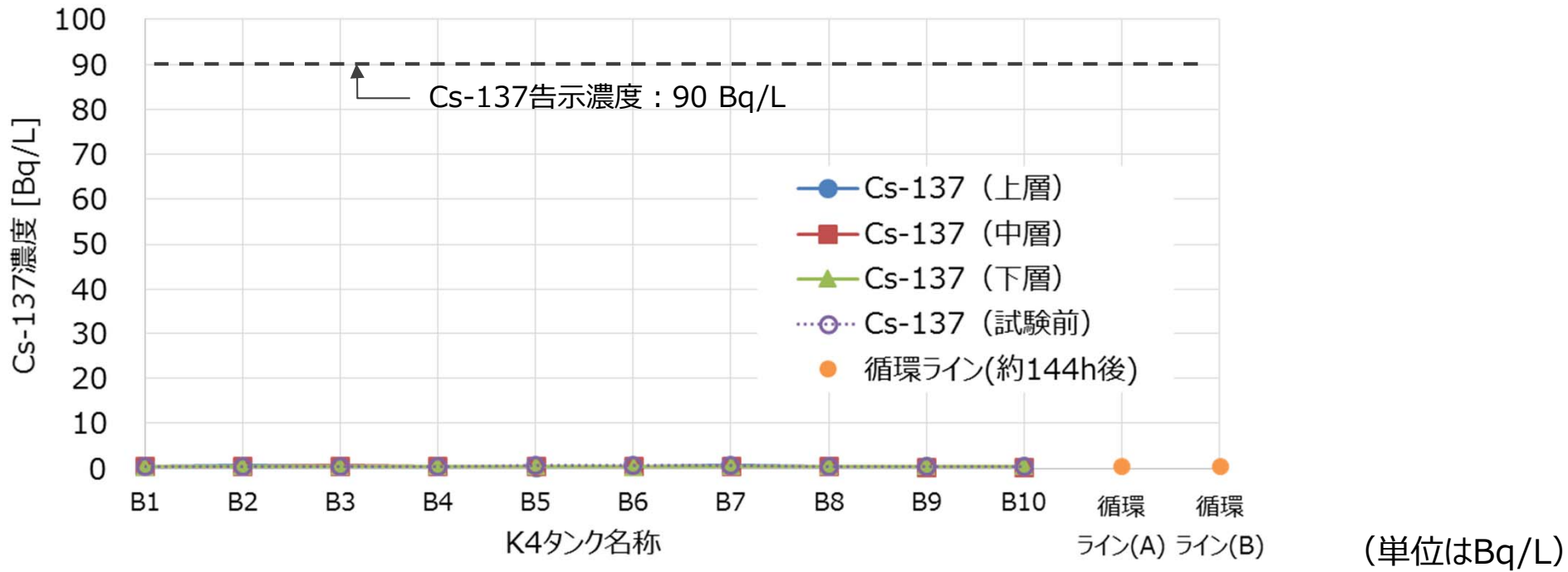
(単位はBq/L)

K4タンク名称		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	循環ライン(A)	循環ライン(B)	平均	標準偏差 ^{※1}	相対標準偏差 ^{※2}
試験前 I-129濃度 ^{※3} [Bq/L]		1.32	1.09	1.45	1.98	2.07	1.75	1.97	2.10	1.96	1.83	-	-	1.75	0.33 (3.67% ^{※4})	18.8 %
試験後 I-129濃度 [Bq/L]	タンク上層(10m)	1.82	1.96	2.03	1.94	1.87	1.94	1.94	2.04	2.25	2.29	2.01	2.05	2.00	0.12 (1.33% ^{※4})	5.8 %
	タンク中層(5m)	2.05	2.00	1.91	1.89	1.93	2.11	2.09	1.92	2.17	2.02					
	タンク下層(1.5m)	<2.12	2.03	1.90	1.88	2.03	2.06	1.95	1.78	2.23	2.04					

※1：標準偏差が小さいほど測定値のばらつきが小さい。平均値±標準偏差の間に68.3%の値が含まれる。
 ※2：標準偏差÷平均で算出されるもの。平均値が異なる集団を比較するために用いる。
 ※3：K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施。
 ※4：告示濃度に対する割合

【参考】分析結果（2）試験終了後タンク水サンプリング結果（Cs-137） **TEPCO**

- 循環攪拌実証試験(144時間)後のタンク10基の上層(10m)・中層(5m)・下層(1.5m)から採取した試料に含まれるCs-137濃度の平均値は0.50 Bq/L、標準偏差は0.05 Bq/Lとなりました。また、試験開始前のサンプリング結果と比較し、試験前後ともにタンク間にばらつきがなく、循環攪拌実証試験後もタンク間で均一となっていることを確認しました。



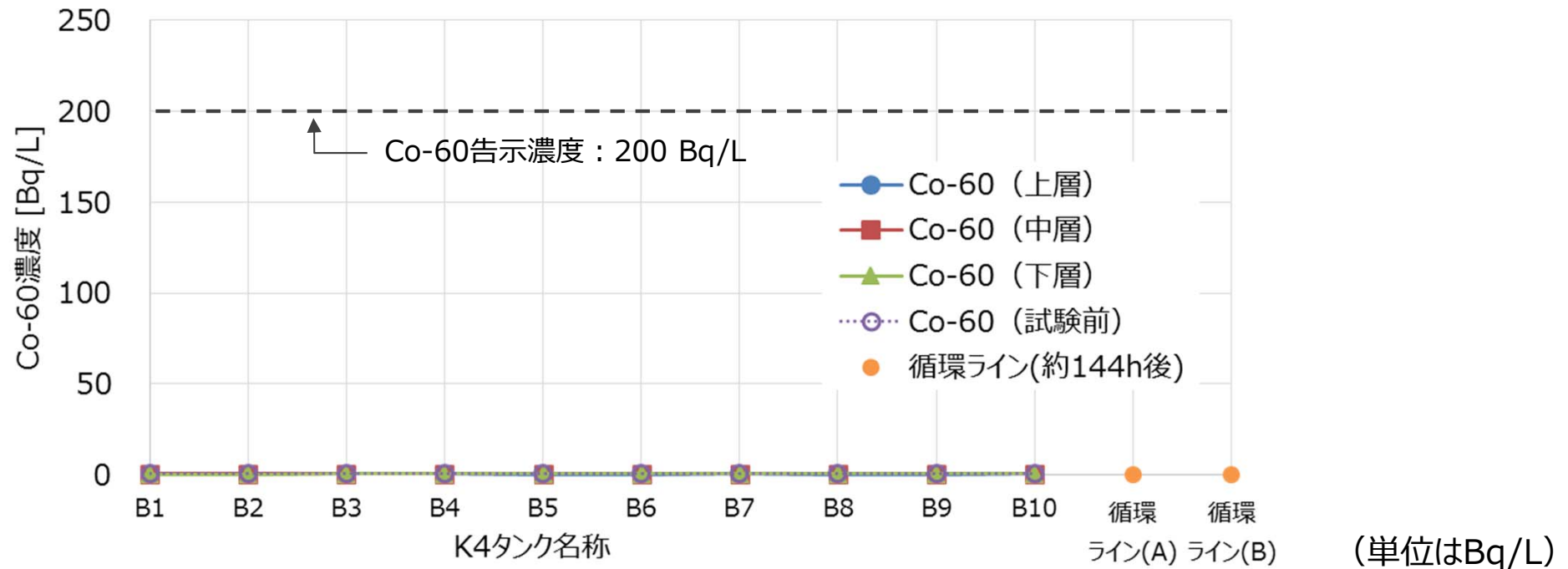
K4タンク名称		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	循環 ライン(A)	循環 ライン(B)	平均	標準偏差	相対標準偏差
試験前	Cs-137濃度 ^{※1} [Bq/L]	0.47	0.45	0.57	0.44	0.63	0.69	0.59	0.49	0.54	0.43	—	—	0.53	0.08 (0.09% ^{※2})	15.8 %
試験後 Cs-137 濃度 [Bq/L]	タンク上層(10m)	0.48	0.57	0.57	0.53	0.43	0.53	0.64	0.52	0.51	0.52	0.66	0.47	0.50	0.05 (0.06% ^{※2})	10.4 %
	タンク中層(5m)	0.50	0.50	0.63	0.51	0.55	0.56	0.45	0.46	0.42	0.44					
	タンク下層(1.5m)	0.42	0.46	0.51	0.50	0.51	0.42	0.50	0.53	0.46	0.50					

※1 : K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施

※2 : 告示濃度に対する割合

【参考】分析結果（3）試験終了後タンク水サンプリング結果（Co-60） **TEPCO**

- 循環攪拌実証試験(144時間)後のタンク10基の上層(10m)・中層(5m)・下層(1.5m)から採取した試料に含まれるCo-60濃度の平均値は0.40 Bq/L、標準偏差σは0.08 Bq/Lとなりました。また、試験開始前のサンプリング結果と比較し、試験前後ともにタンク間にばらつきがなく、循環攪拌実証試験後もタンク間で均一となっていることを確認しました。なお、試験前後で標準偏差に上昇がみられるが、告示濃度に比べて小さな変動であり、有意な変動ではないと考えています。



K4タンク名称		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	循環 ライン(A)	循環 ライン(B)	平均	標準偏差	相対標準偏差
試験前	Co-60濃度 ^{※1} [Bq/L]	0.56	0.49	0.52	0.46	0.51	0.44	0.42	0.66	0.46	0.53	—	—	0.51	0.06 (0.03% ^{※2})	12.8 %
試験後 Co-60 濃度 [Bq/L]	タンク上層(10m)	0.32	0.53	0.43	0.36	0.27	0.29	0.31	0.25	0.31	0.52	0.42	0.43	0.40	0.08 (0.04% ^{※2})	20.4 %
	タンク中層(5m)	0.34	0.47	0.53	0.41	0.40	0.47	0.33	0.47	0.47	0.37					
	タンク下層(1.5m)	0.30	0.29	0.34	0.50	0.43	0.52	0.41	0.50	0.43	0.45					

※1 : K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施

※2 : 告示濃度に対する割合

【参考】循環攪拌実証試験の詳細

実施日	2022年2月7日～2022年2月13日		
試験時間	約144時間		
対象タンク	K4-B群（10基）		
試薬※1	第三リン酸ナトリウム※2（K4-B6タンク天板マンホールから投入）		
サンプリング	試験前	試験中※3	試験後
採取ポイント	K4-B1～B10 タンク中(5m)	循環ライン 2箇所	K4-B1～B10タンク 上(10m)・中(5m)・下(1.5m)
採取量	各1ℓ, 計10サンプル	各1ℓ※5, 計28サンプル	各6ℓ, 計30サンプル
分析対象	リン酸※4	リン酸※5	リン酸+主要7核種※6+トリチウム

※1：タンク内に存在しない試薬をタンクに投入し、濃度分布を確認。

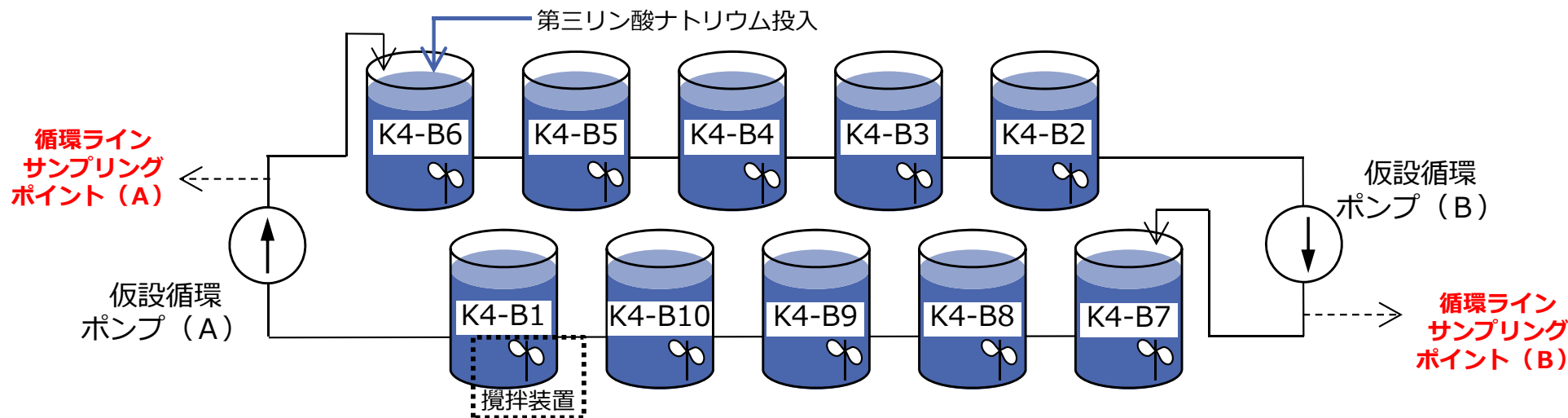
※2：第三リン酸ナトリウム投入量は福島県条例に定める排水基準（リン含有量「日間平均8ppm」）の1/100を目安とするため、環境への影響はない。

※3：試験開始～24時間は6時間毎にサンプリング、24時間～144時間は12時間毎にサンプリングを実施する。

※4：主要7核種（Cs-134,Cs-137,Sr-90,I-129,Ru-106,Co-60,Sb-125）+トリチウムは初期値（スライド6p参照）を有しているため、分析対象としていない。

※5：6/72/144時間後のみ各6ℓ採取し、分析対象としてリン酸の他に主要7核種+トリチウムを加える。

※6：主要7核種（Cs-134,Cs-137,Sr-90,I-129,Ru-106,Co-60,Sb-125）



【参考】分析結果まとめ（前回報告分）

- 今回の循環攪拌実証試験の結果を踏まえ、循環攪拌運転により代表試料を採取できると判断。
 - 本試験では、試験開始前にタンク1基（K4-B6）に第三リン酸ナトリウムを全量を投入した、非常に保守的な初期状態で開始したものの、タンク水量が2巡した以降に循環ラインサンプリングポイント（A）、（B）から採取した水に含まれるリン酸の平均濃度が、理論値80ppbとほぼ等しい84.5ppbであったこと。
 - 一方、保守的な初期条件により、タンク内から採取した水に含まれるリン酸濃度の平均は86ppb、標準偏差9ppbとなり、若干のばらつきが確認されたものの、タンク内のトリチウム濃度の平均は 1.51×10^5 Bq/L、標準偏差 0.029×10^5 Bq/Lとなっており、循環攪拌運転により均一の効果を確認されていること。

- 今回の試験結果を踏まえて、設備構成は下記の通り試験と同様とし、循環攪拌の運転時間は、放出開始の当面はタンク水量の2巡以上確保する運用とする。
- なお、循環攪拌の運転時間は、必要に応じトレーサを用いた検証を実施し、最適な運転時間を確認する。

