

福島第一原子力発電所 測定・確認用タンク（K 4タンク群）循環攪拌実証試験について

2022年2月24日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

【循環攪拌実機試験の概要】

- 放射性物質の環境への放出にあたっては、指針※により「放出系統の最終タンクでの試料採取を行うこと、代表試料を採取するための最終タンクには十分な攪拌が行える設備とすること」が求められている。

※発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針
- このため、ALPS処理水希釈放出設備には測定・確認用設備を設け、測定・確認用タンク内に攪拌装置を設けるとともに、10基連結した1群を循環ポンプで循環することにより、当該タンク群の水質の均一化を図る。
- 攪拌装置によるタンク1基の均一化の効果は2021年11月に確認している。
- 攪拌装置、循環ポンプを組み合わせたタンク10基を連結した循環攪拌実証試験を2022年2月に実施し、均一化の効果を確認する。

2. 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。

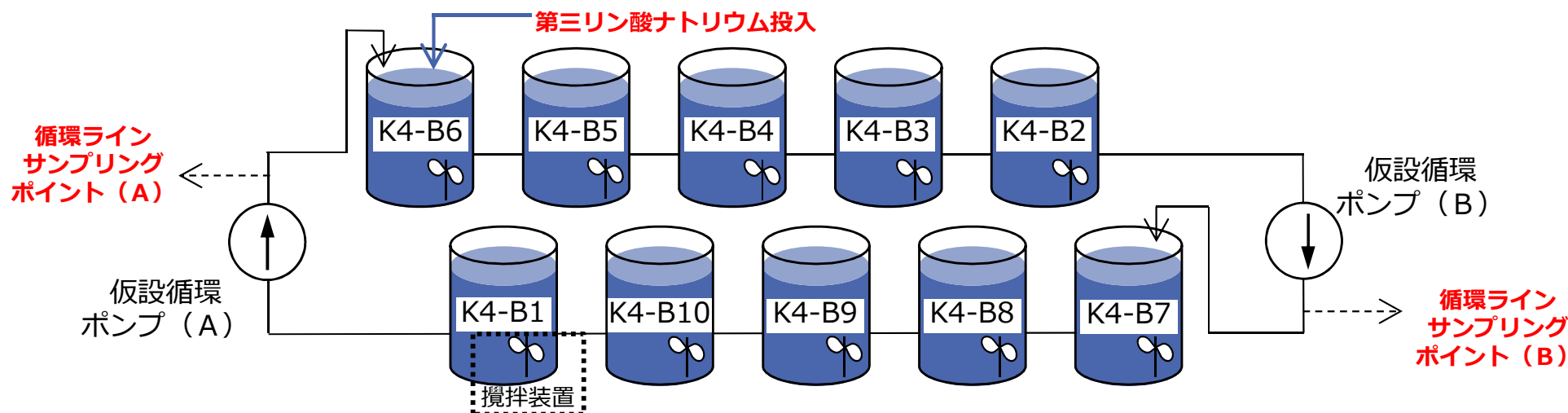
※2：第三リン酸ナトリウム投入量は福島県条例に定める排水基準（リン含有量「日間平均8ppm」）の1/100を目安とするため、環境への影響はない。

※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。

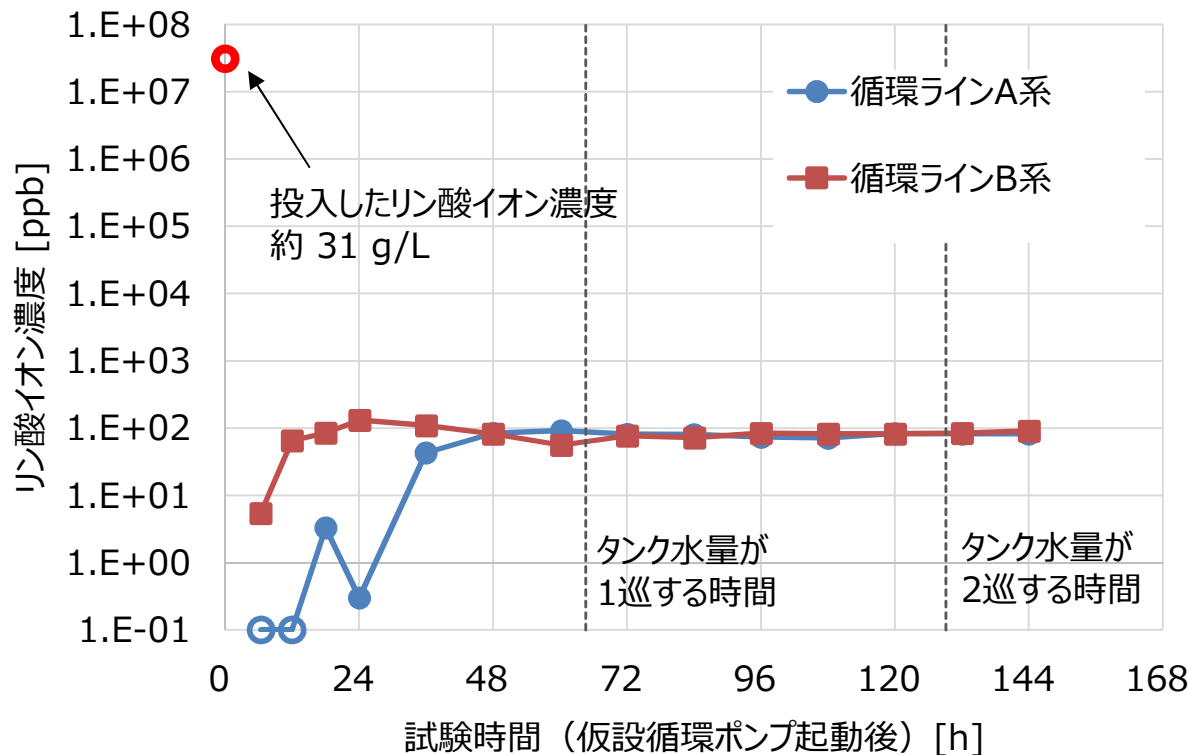
※6：主要7核種（Cs-134,Cs-137,Sr-90,I-129,Ru-106,Co-60,Sb-125）



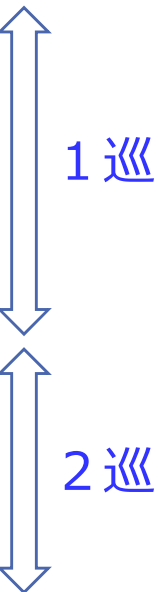
3. 分析結果 (1) 循環ライン(A)(B)サンプリング結果

- K4-B6タンクへ投入した第三リン酸ナトリウム溶液約23.7Lに含まれるリン酸イオン濃度は約31g/Lであり、K4-B群タンク（約9168.7m³）で希釈されたときのリン酸イオン濃度の理論値は約80ppb。
- 仮設循環ポンプ起動後の、サンプルに含まれるリン酸イオン濃度の結果は下記の通り。
 - 試験開始から約65時間が経過した（タンク水量が1巡する時間※）以降では、平均は80ppb。（試験開始72h以降のデータの平均値。標準偏差は5ppb）
 - 試験開始から約130時間が経過した（タンク水量が2巡する時間※）以降では、平均は84.5ppb。

※：試験時に計測した仮設循環ポンプの最小流量142m³/h, タンク水量9168.7m³より評価



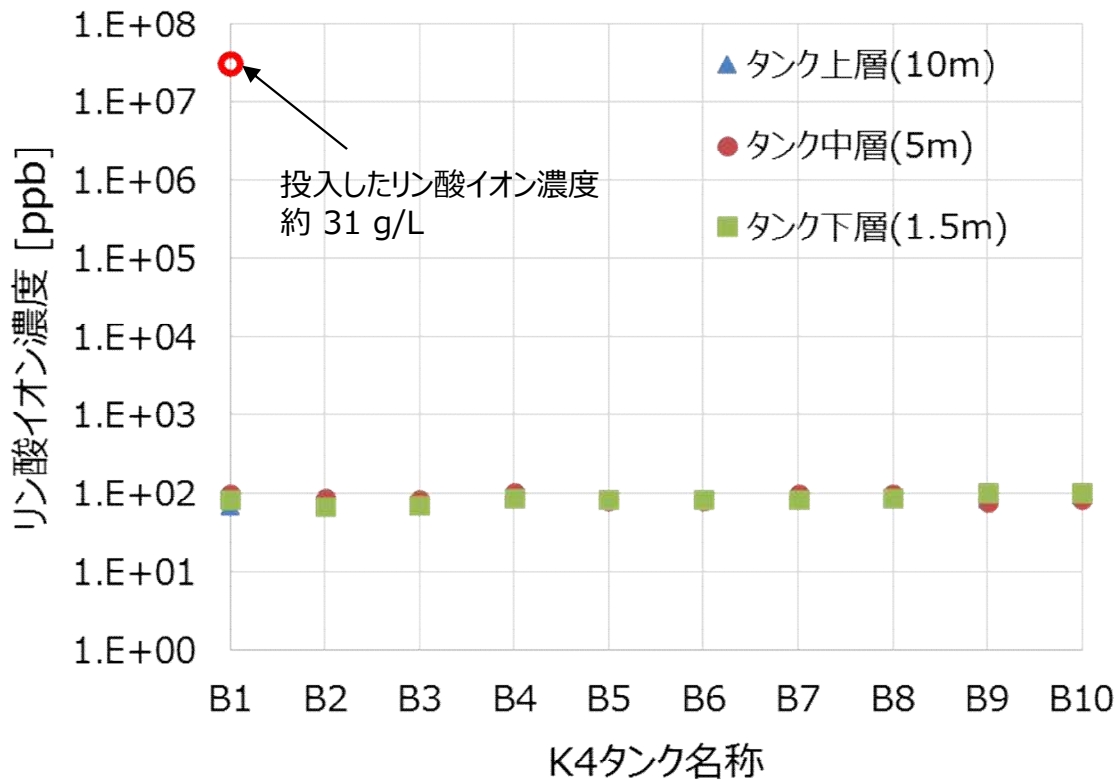
試験時間[h]	リン酸イオン濃度 (A系)	リン酸イオン濃度 (B系)
6.4	0.1	5.4
12	0.1	65
18	3.3	85
24	0.3	131
36	43	109
48	84	82
60	91	56
72	81	77
84	80	72
96	73	84
108	71	82
120	83	82
132	82	84
144	82	90



※単位はppb

3. 分析結果 (2) 試験終了後タンク水サンプリング結果 (リン酸)

- 仮設循環ポンプ起動後144時間が経過した段階で、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リン酸イオン濃度は、若干のばらつきが存在するものの、個々のタンクに含まれるリン酸イオン濃度の平均は、理論値の80ppbに近い86ppbとなっており、タンク全体としては、リン酸が行きわたっていることを確認。



タンク名称	タンク上層(10m)	タンク中層(5m)	タンク下層(1.5m)	平均値
K4-B1	69.0	98.0	84.0	83.7
K4-B2	82.0	88.0	69.0	79.7
K4-B3	68.0	85.0	71.0	74.7
K4-B4	85.0	101.0	87.0	91.0
K4-B5	79.0	82.0	85.0	82.0
K4-B6	84.0	82.0	85.0	83.7
K4-B7	82.0	99.0	85.0	88.7
K4-B8	89.0	98.0	88.0	91.7
K4-B9	83.0	77.0	102.0	87.3
K4-B10	95.0	85.0	101.0	93.7

全体の平均値：86ppb
 標準偏差：9ppb
 相対標準偏差：10.5%

※単位はppb

3. 分析結果 (3) 試験終了後タンク水サンプリング結果 (トリチウム)

- トリチウム濃度については、タンク10基から過去に実施した分析結果の平均 1.61×10^5 Bq/L、標準偏差 0.13×10^5 Bq/Lであったものが、循環攪拌実証試験 (144h) 後では平均 1.51×10^5 Bq/L、標準偏差 0.029×10^5 Bq/Lとなっており、攪拌機器と循環ポンプの組合せ運転によりタンク10基のトリチウム濃度について均一の効果を確認。

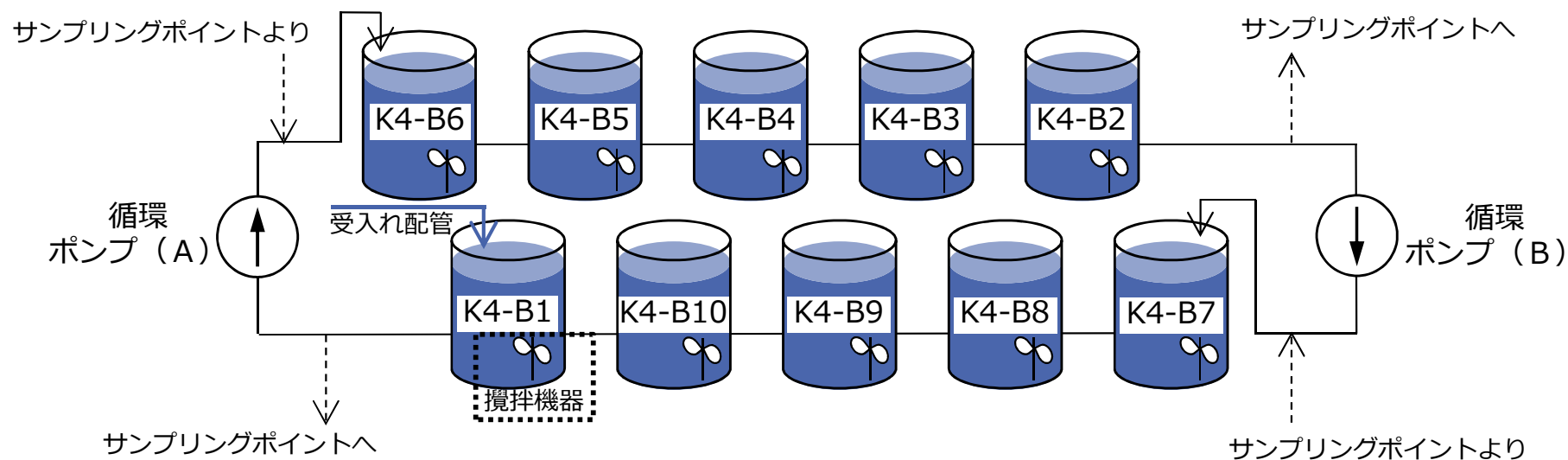
タンク名称	試験前※ トリチウム濃度 ($\times 10^5$) [Bq/L]	試験後タンク下層 トリチウム濃度 ($\times 10^5$) [Bq/L]	試験後タンク中層 トリチウム濃度 ($\times 10^5$) [Bq/L]	試験後タンク上層 トリチウム濃度 ($\times 10^5$) [Bq/L]	試験後平均 トリチウム濃度 ($\times 10^5$) [Bq/L]
K4-B1	1.94	1.53	1.51	1.54	1.53
K4-B2	1.63	1.51	1.42	1.50	1.48
K4-B3	1.49	1.51	1.53	1.48	1.50
K4-B4	1.54	1.53	1.48	1.51	1.51
K4-B5	1.67	1.53	1.47	1.55	1.52
K4-B6	1.69	1.52	1.51	1.52	1.52
K4-B7	1.58	1.45	1.53	1.49	1.49
K4-B8	1.50	1.49	1.50	1.48	1.49
K4-B9	1.44	1.50	1.52	1.54	1.52
K4-B10	1.61	1.51	1.54	1.55	1.53
平均	1.61	1.51			—
標準偏差σ	0.13	0.029			—
相対標準偏差	8.1%	1.9%			—

※K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でタンク中層からサンプリングを実施

4. 分析結果まとめ

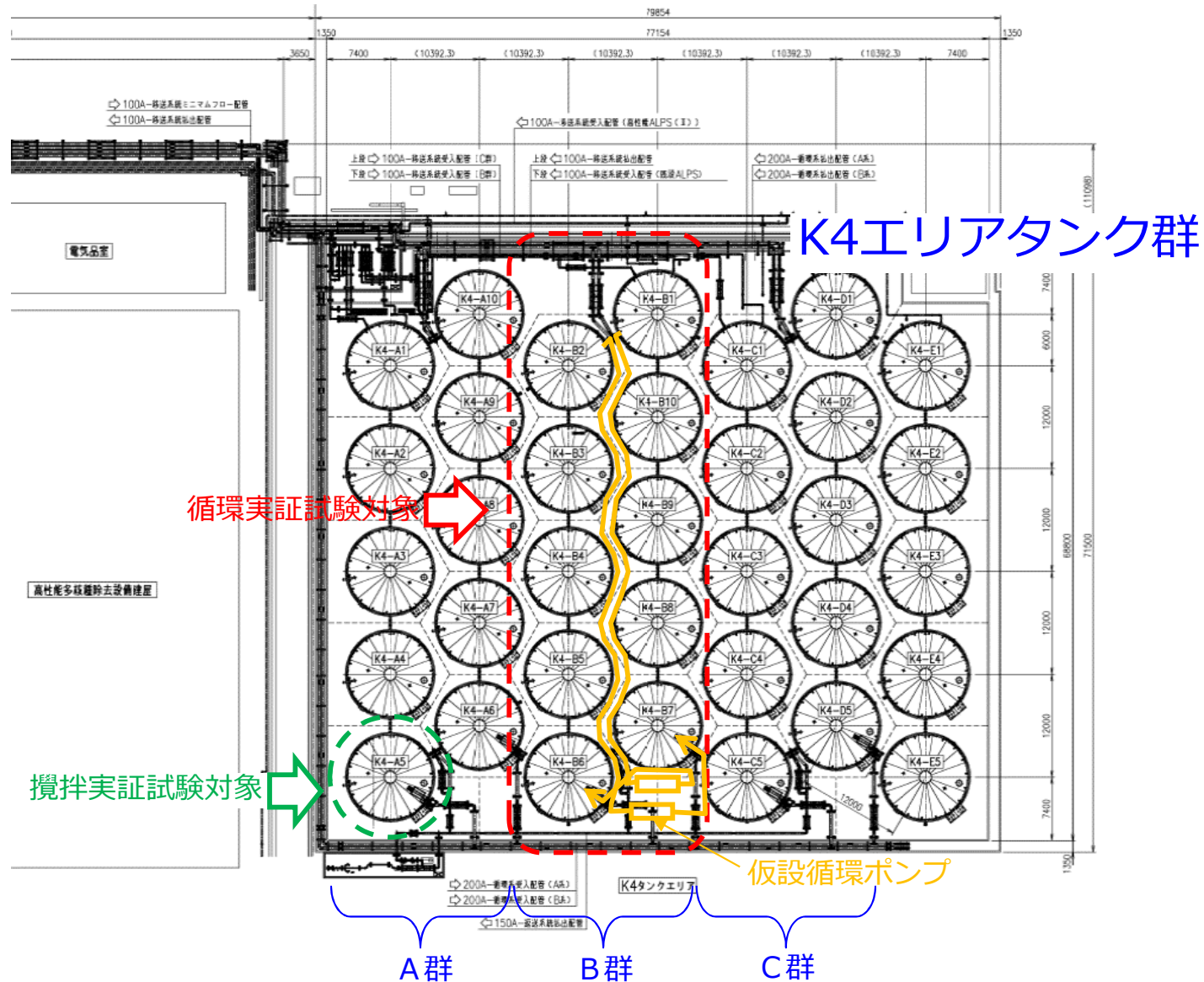
- 今回の循環攪拌実証試験の結果を踏まえ、循環攪拌運転により代表試料を採取できると判断。
 - 本試験では、試験開始前にタンク1基（K4-B6）に第三リン酸ナトリウムを全量を投入した、非常に保守的な初期状態で開始したものの、タンク水量が2巡した以降に循環ラインサンプリングポイント（A）、（B）から採取した水に含まれるリン酸の平均濃度が、理論値80ppbとほぼ等しい84.5ppbであったこと。
 - 一方、保守的な初期条件により、タンク内から採取した水に含まれるリン酸濃度の平均は86ppb、標準偏差9ppbとなり、若干のばらつきが確認されたものの、タンク内のトリチウム濃度の平均は 1.51×10^5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



(参考) 試験対象タンク配置図

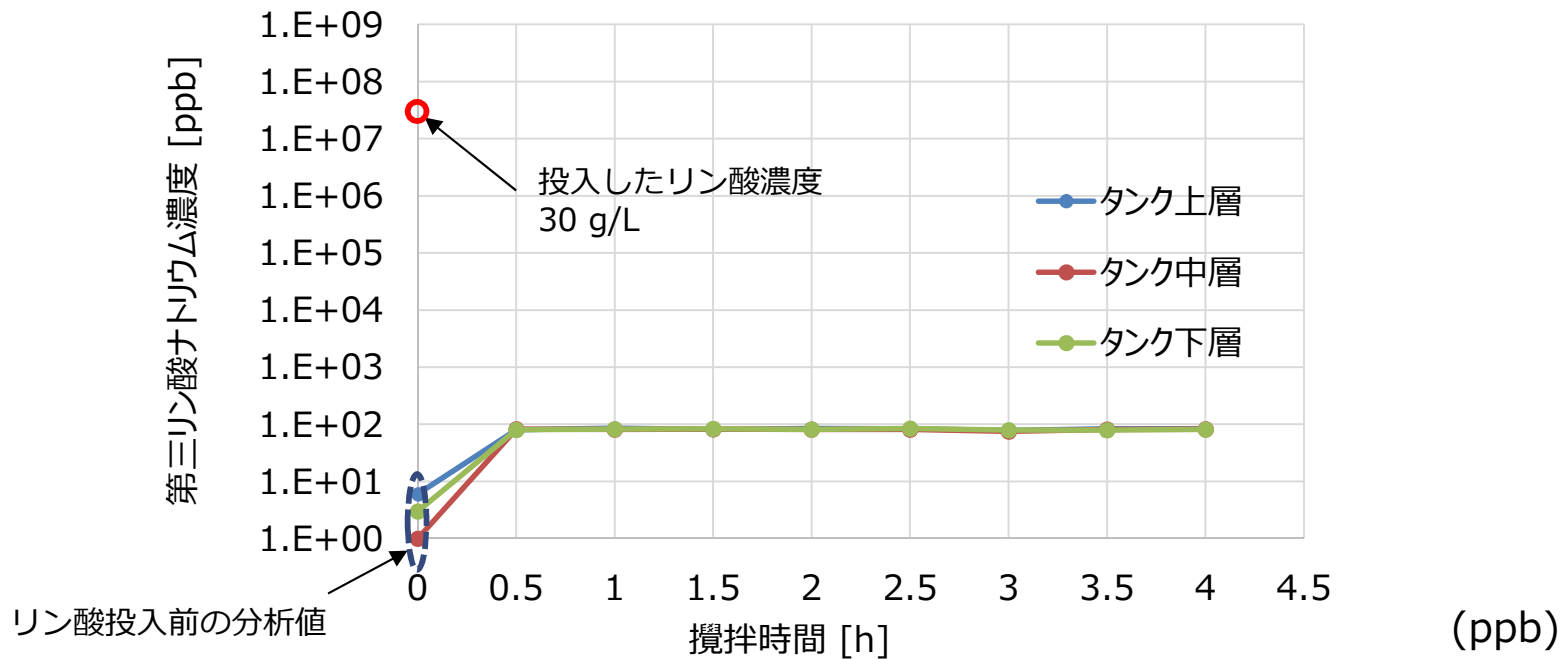
- 攪拌実証試験はK4-A5タンクで実施
- 循環実証試験はK4-B群で実施



(参考) 攪拌実証試験結果

- タンクに投入した第三リン酸ナトリウム約2.6Lの濃度は約30g/Lであり、タンク内包水約970m³で希釈されたときの濃度の理論値は約80ppbである。
- 攪拌装置による攪拌を30分実施した段階で、サンプルに含まれる第三リン酸ナトリウム濃度は80ppb付近の値で安定しており、攪拌装置による攪拌効果が認められた（80ppbの標準試料に対して、標準偏差σは3.0ppb）。

攪拌試験分析結果 (11/23)



	1回目 (0 h)	2回目 (0.5 h)	3回目 (1.0 h)	4回目 (1.5 h)	5回目 (2.0 h)	6回目 (2.5 h)	7回目 (3.0 h)	8回目 (3.5 h)	9回目 (4.0 h)
上層	6	80	85	81	84	83	78	83	83
中層	1	82	81	82	81	81	75	81	82
下層	3	80	82	83	81	84	79	79	81