

福島第一原子力発電所 ALPS処理前の汚染水における 監視対象6核種の2023年度調査分析結果

< 参 考 資 料 >
2024年8月1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

- 当社は、ALPS処理水について海洋放出前に放出基準（トリチウムを除く放射性核種の告示濃度限度比の和が1未満）を満足しているか確認しており、その対象となる核種（測定・評価対象核種）として、過去の分析において汚染水中に有意な濃度（告示濃度限度の1/100以上）で存在する29核種を選定しています。
- 一方、汚染水中の放射性物質の濃度は、今後の廃炉作業の進捗等によって変化する可能性が考えられることから、過去の分析において汚染水中に有意な濃度で存在しないことを確認しているものの、理論上汚染水中に存在する可能性がある6核種（監視対象核種※1）については、調査分析として1年に1回、有意な濃度で存在しないことを確認することとしていました。

※1：塩素36・コバ93m・コバ94・セジウム93・カドミウム113m・バリウム133

<2023年4月24日までにお知らせ済み>

- **本年2月、ALPS処理前の汚染水（ALPSの入口で採取した水）において、監視対象としている6核種の2023年度分の調査分析を実施**しました。
- 分析の結果、カドミウム113mについて、告示濃度限度（40ベクレル/ℓ）の1/100以上（2.9ベクレル/ℓ）が検出されました（他の5核種は告示濃度限度の1/100未満であり有意な濃度で存在しないことを確認）。
- 本調査分析結果を踏まえ、原子力規制委員会の認可を受けた実施計画に記載されている選定フローに基づき、**当社として2024年度第4回のALPS処理水海洋放出から、カドミウム113mを測定・評価対象核種に追加**することといたしました。
- なお、今回カドミウム113mを検出した水は、ALPS処理前の汚染水であり、カドミウム113mはALPSで除去できる核種です。また、当社は、**これまでALPS処理水の海洋放出前に、カドミウム113mを含む39核種を自主的に測定しており、カドミウム113mについては告示濃度限度（40ベクレル/ℓ）の約1/500未満であることを放出の都度確認していることから、放出されたALPS処理水の安全性には問題ありません。**また、告示濃度比総和への寄与も非常に小さく、**カドミウム113mを測定・評価対象核種に追加する影響はない**と考えています。
- 引き続き、ALPS処理水の安全な海洋放出を安定的に実施できるよう、緊張感をもって作業を進めてまいります。

1. これまでの測定・評価対象核種

- これまで、ALPS処理水の海洋放出に当たり、海洋放出前のALPS処理水を分析し、測定・評価を行う対象核種は下表の29核種でした。
- 合わせて、ALPSで除去される核種のうち、上記の29核種以外のカドミウム113mを含む39核種は放出前に自主的に測定し、有意な濃度（告示濃度限度の1/100以上）で存在していないことを確認していました。

【測定・評価対象核種（29核種）】

C-14 炭素	Sr-90 ストロンチウム	I-129 ヨウ素	Eu-154 ユウロピウム	Pu-239 プルトニウム
Mn-54 マンガン	Y-90 イットリウム	Cs-134 セシウム	Eu-155 ユウロピウム	Pu-240 プルトニウム
Fe-55 鉄	Tc-99 テクネチウム	Cs-137 セシウム	U-234 ウラン	Pu-241 プルトニウム
Co-60 コバルト	Ru-106 ルテニウム	Ce-144 セリウム	U-238 ウラン	Am-241 アメリシウム
Ni-63 ニッケル	Sb-125 アンチモン	Pm-147 プロメチウム	Np-237 ネプツニウム	Cm-244 キュリウム
Se-79 セレン	Te-125m テルル	Sm-151 サマリウム	Pu-238 プルトニウム	

【測定・評価対象外（39核種）】

Fe-59 鉄	Rh-103m ロジウム	Sd-124 アンチモン	Ba-137m バリウム	Eu-152 ユウロピウム
Co-58 コバルト	Rh-106 ロジウム	Te-123m テルル	Ba-140 バリウム	Gd-153 ガドリニウム
Zn-65 亜鉛	Ag-110m 銀	Te-127 テルル	Ce-141 セリウム	Tb-160 テルビウム
Rb-86 ルビジウム	Cd-113m カドミウム	Te-127m テルル	Pr-144 プラセオジウム	Am-242m アメリシウム
Sr-89 ストロンチウム	Cd-115m カドミウム	Te-129 テルル	Pr-144m プラセオジウム	Am-243 アメリシウム
Y-91 イットリウム	Sn-119m スズ	Te-129m テルル	Pm-146 プロメチウム	Cm-242 キュリウム
Nb-95 ニオブ	Sn-123 スズ	Cs-135 セシウム	Pm-148 プロメチウム	Cm-243 キュリウム
Ru-103 ルテニウム	Sn-126 スズ	Cs-136 セシウム	Pm-148m プロメチウム	

2. 測定・評価対象核種の定期的な確認

- 汚染水中の放射性物質の濃度は、今後の廃炉作業の進捗等によって変化する可能性が考えられることから、調査分析として1年に1回、有意な濃度で存在しないことを確認することとしていました。
- また、調査分析において、監視対象核種が有意な濃度で存在することが確認された場合は、測定・評価対象核種に選定される核種の再評価を行うこととしていました。

【調査分析】

ALPS処理前の汚染水において、監視対象核種が有意な濃度で存在しないことを1年に1回の頻度で確認し、その存在を調査する。

○監視対象核種（6核種）

過去の汚染水、処理水の分析では有意な濃度で検出されていないものの、理論上汚染水中に存在する可能性があることから、汚染水中に有意に存在しないか継続して確認する核種。

Cl-36 塩素	Nb-93m ニオブ	Nb-94 ニオブ	Mo-93 モリブデン	Cd-113m カドミウム	Ba-133 バリウム
--------------------	----------------------	---------------------	-----------------------	-------------------------	-----------------------

3. 調査分析（監視対象核種の分析）結果

- 2023年度のALPS処理前の汚染水における調査分析の結果は下表の通りです。
- 監視対象核種6核種のうち5核種(塩素36・ニオブ93m・ニオブ94・モリブデン93・バリウム133) は、検出限界値未満。カドミウム113mは告示濃度限度の1/100以上で検出しました。

<監視対象核種の分析結果>

分析核種	試料採取箇所	試料採取日	分析結果 (ベクレル/ℓ)	告示濃度限度の 1/100 (ベクレル/ℓ)
Cl-36 塩素	ALPS入口 (ALPS処理前の汚染水)	2024/2/7	検出限界値未満 (検出限界値1.7)	9
Nb-93m ニオブ			検出限界値未満 (検出限界値14)	70
Nb-94 ニオブ			検出限界値未満 (検出限界値0.88)	5
Mo-93 モリブデン			検出限界値未満 (検出限界値1.9)	3
Cd-113m カドミウム			2.9 > 告示濃度限度の1/100以上	0.4
Ba-133 バリウム			検出限界値未満 (検出限界値4.9)	5

カドミウム113mを測定・評価対象核種に追加

4. 測定・評価対象核種の変更

測定・評価対象核種：2930核種

C-14 炭素	Sr-90 ストロンチウム	I-129 ヨウ素	Eu-154 ユウロピウム	Pu-239 プルトニウム
Mn-54 マンガン	Y-90 イットリウム	Cs-134 セシウム	Eu-155 ユウロピウム	Pu-240 プルトニウム
Fe-55 鉄	Tc-99 テクネチウム	Cs-137 セシウム	U-234 ウラン	Pu-241 プルトニウム
Co-60 コバルト	Ru-106 ルテニウム	Ce-144 セリウム	U-238 ウラン	Am-241 アメリシウム
Ni-63 ニッケル	Sb-125 アンチモン	Pm-147 プロメチウム	Np-237 ネプツニウム	Cm-244 キュリウム
Se-79 セレン	Te-125m テルル	Sm-151 サマリウム	Pu-238 プルトニウム	Cd-113m カドミウム

告示濃度限度比総和として評価し、1未満であることを確認

H-3
トリチウム

希釈後のトリチウム濃度が1,500^μg/L未満となる希釈倍率を設定するために測定

毎 回 測 定

ALPS除去対象のうち測定・評価対象外：3938核種

Fe-59 鉄	Rh-103m ロジウム	Sd-124 アンチモン	Ba-137m バリウム	Eu-152 ユウロピウム
Co-58 コバルト	Rh-106 ロジウム	Te-123m テルル	Ba-140 バリウム	Gd-153 ガドリニウム
Zn-65 亜鉛	Ag-110m 銀	Te-127 テルル	Ce-141 セリウム	Tb-160 テルビウム
Rh-86 ルビジウム	Cd-113m カドミウム	Te-127m テルル	Pr-144 プラセオジウム	Am-242m アメリシウム
Sr-89 ストロンチウム	Cd-115m カドミウム	Te-129 テルル	Pr-144m プラセオジウム	Am-243 アメリシウム
Y-91 イットリウム	Sn-119m スズ	Te-129m テルル	Pm-146 プロメチウム	Cm-242 キュリウム
Nb-95 ニオブ	Sn-123 スズ	Cs-135 セシウム	Pm-148 プロメチウム	Cm-243 キュリウム
Ru-103 ルテニウム	Sn-126 スズ	Cs-136 セシウム	Pm-148m プロメチウム	

自主的に測定し、検出限界値未満であることを確認

監視対象核種：65核種

Cl-36 塩素	Nb-93m ニオブ	Nb-94 ニオブ	Mo-93 モリブデン
Cd-113m カドミウム	Ba-133 バリウム		

有意に存在しないことを1年に1回確認

※カドミウム113mは監視対象核種でなくなるが、今後も自主的に傾向を確認する

5. ALPS処理後のカドミウム113m濃度

- カドミウム113mは、汚染水中に含まれていたとしても、ALPSで除去可能な核種です。
- 加えて、海洋放出前のALPS処理水で自主的に測定しており、告示濃度の約1/500未満であることを放出の都度確認済みであり、放出されたALPS処理水の安全性に問題ありません。
- 仮に、カドミウム113mがALPS処理水中に検出限界値で存在した場合においても、告示濃度比は小さく告示濃度比総和への影響はありません。

＜これまでに放出したALPS処理水中のカドミウム113m濃度＞

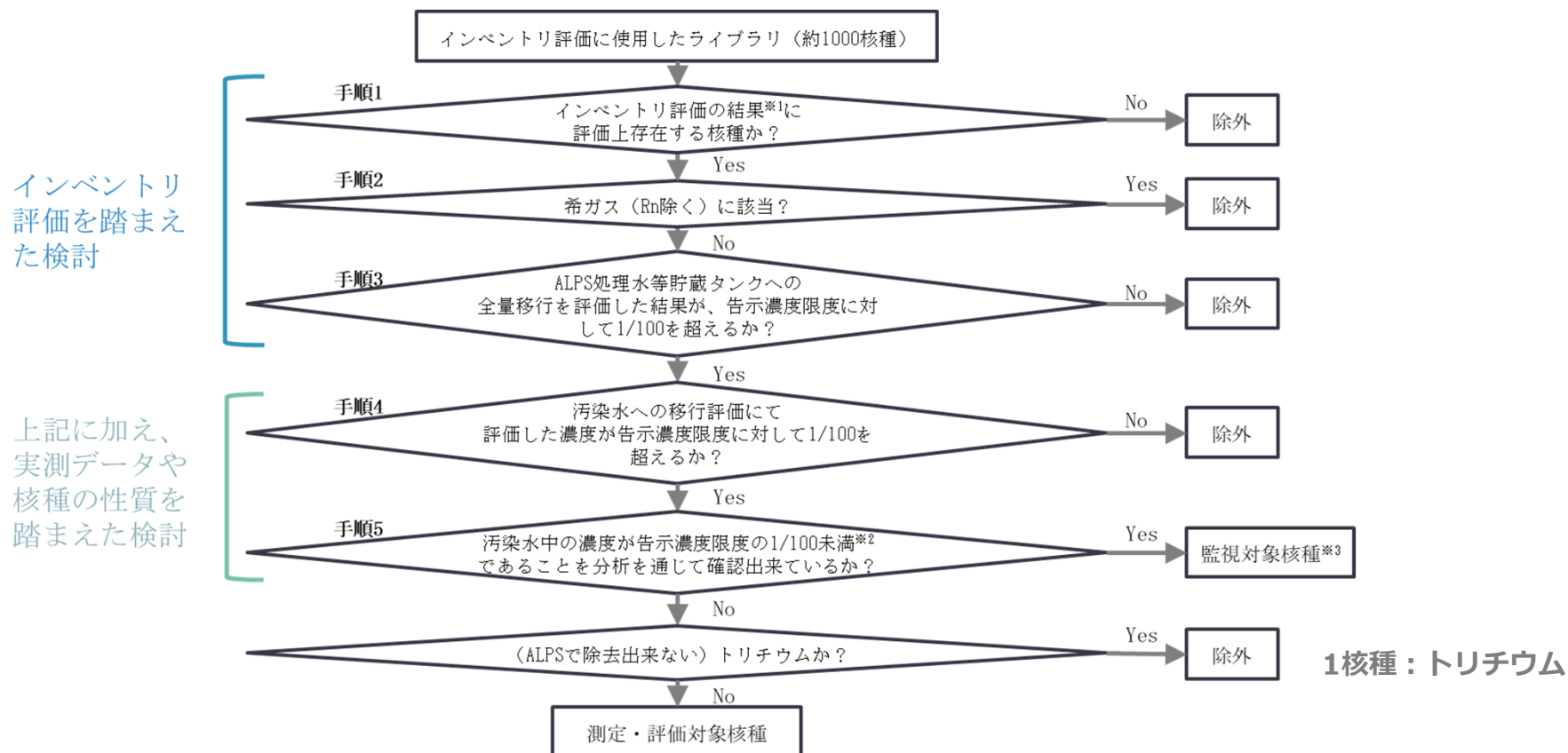
		カドミウム113m 告示濃度 [ベクレル/リットル]	カドミウム113m 分析結果 [ベクレル/リットル]	カドミウム113m 告示濃度比 (※)
2023年度	第1回放出	40	検出限界値未満 (検出限界値0.084)	0.0021
	第2回放出		検出限界値未満 (検出限界値0.085)	0.0021
	第3回放出		検出限界値未満 (検出限界値0.093)	0.0023
	第4回放出		検出限界値未満 (検出限界値0.088)	0.0022
2024年度	第1回放出	40	検出限界値未満 (検出限界値0.085)	0.0021
	第2回放出		検出限界値未満 (検出限界値0.086)	0.0021
	第3回放出		検出限界値未満 (検出限界値0.086)	0.0021

※検出限界値で存在すると仮定して、告示濃度比を評価

[参考] 測定・評価対象核種選定フロー

- 測定・評価対象核種は、原子力規制委員会の認可を受けた実施計画に記載されている下記に示すフローに基づき選定しています。
- 選定フローでは、IAEAや原子力規制庁の指摘を踏まえ、最初に、核種の半減期を考慮して現実的に存在しうる核種を選定します。その上で、ALPS処理水等貯蔵タンク内へ全量の放射性物質が移行をしているという仮定※をおき、机上での検討を改めて行っています。さらに、12年間蓄積してきた汚染水の実測データや核種の性質も踏まえて、汚染水中に有意な濃度で存在する可能性がある核種を評価しています。

※：震災後の12年間で、汚染水処理を継続して実施し、同タンクへ貯留してきたことを踏まえた仮定



※1：インベントリ評価の減衰期間は、選定結果を使用する時期に応じて適切に設定（初回は2023年（事故後12年）に設定）

※2：過去に検出されたことのある核種は検出値の最大値、一度も検出されたことのない核種は検出限界値の最小値で確認

※3：汚染水中に有意な濃度で存在しないか継続して確認する核種