

# ALPS処理水の測定対象核種に関する検討

2021年10月18日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

- 現在、ALPS処理水の処分に向けて、海洋放出設備の検討を実施中。
- 実際の運用では、海洋へ希釈放出する前にALPS処理水に含まれる放射性物質の濃度を測定・評価するが、過去にALPS除去対象核種（62核種）に選定していないC-14が確認され、後で測定対象に追加したことを鑑み、ALPS処理水放出時に測定する核種について改めて確認を行う。
- ALPS処理水放出時に測定する核種の確認は、以下の流れで検討を行う。

## 【ALPS処理水の測定対象核種に関する検討の流れ】

- ① 過去にALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14を選定した際の考え方を整理する。
- ② ①の考え方を踏まえ、ALPS処理水中に、ALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14以外の核種（以下、「その他核種」という）が存在する可能性を確認する。
- ③ ①、②のうち、震災後から放出までに経過する12年間という時間を踏まえて、半減期の評価から存在量が十分小さいなど、測定する必要がない核種を整理する。
- ④ ①～③の検討を踏まえて、放出開始前までにALPS処理水等の測定を行い、評価が適切であることを確認する。なお、測定が困難であり、評価に留まらざるを得ない核種については、その理由等を整理する。

- 本資料では、①の整理結果および、②～④の検討状況についてご説明する。

1. ALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14を選定した際の考え方
  - 1-1. ALPS除去対象核種（62核種）の考え方
  - 1-2. C-14を測定対象に追加した経緯
  - 1-3. ALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14の測定評価の方法
  
2. その他核種の存在の可能性について
  
3. ALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14、その他核種の測定要否に関する検討
  
4. ALPS処理水等の事前測定に関する検討

# 1. ALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14を 選定した際の考え方

# 1-1. ALPS除去対象核種（62核種）の選定の考え方

- ALPSで除去対象としている62核種は、以下の考え方に基づき選定。  
(実施計画Ⅱ章2.16.1 多核種除去設備 添付資料-6参照)

## 【核分裂生成物（核分裂により生成した核種）】

- 原子炉停止30日後の原子炉内の燃料に由来する放射性物質を評価※1、その中からトリチウム、不溶解性核種（滞留水へ移行し難い）、希ガスといった核種を除外
- 滞留水に含まれるCs-137の放射能濃度測定結果等から各核種の滞留水への移行※2を評価し、原子炉停止365日後の滞留水中の放射能濃度を推定
- 滞留水中の放射能濃度が告示濃度限度の1/100を超える核種を除去対象として抽出  
(**56核種**を抽出)

※1 ORIGEN（放射性物質の生成、壊変、減損について計算を行うためのコードシステム）による評価

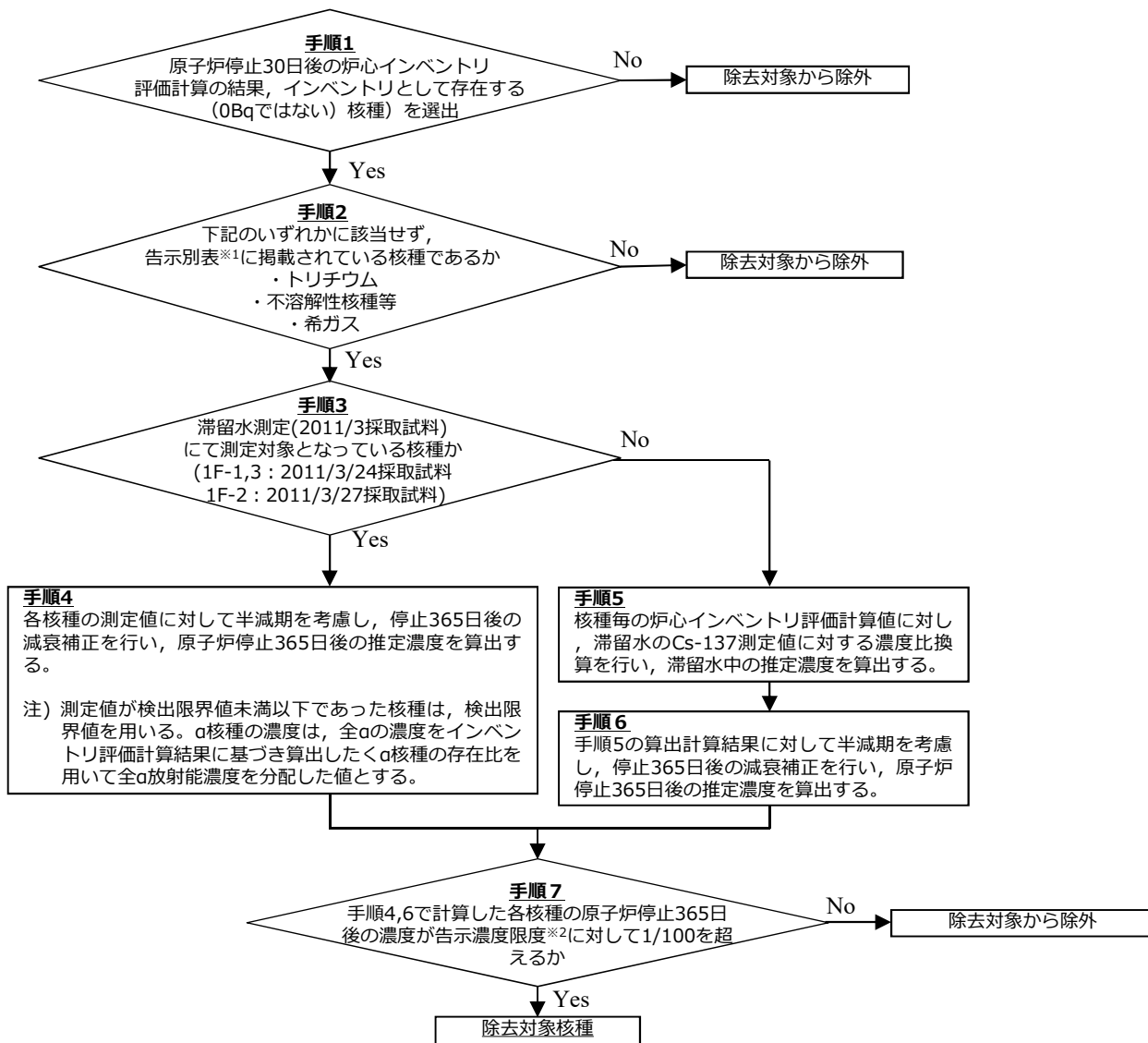
※2 滞留水におけるCs-137等の測定結果及び事故解析コード（MAAP）による滞留水への移行を評価

## 【腐食生成物（原子炉冷却システムで使用している金属が放射化された核種）】

- 震災の影響による1～3号機の原子炉保有水、濃縮廃液タンクから滞留水への移行を考慮
- 地震発生前における1～3号機原子炉保有水の放射能濃度測定結果及び濃縮廃液タンク保有水の放射能濃度測定結果から、海水流入等による希釈及び1年後の減衰を考慮し、滞留水中の放射能濃度が告示濃度限度の1/100を超えるものについて、除去対象核種として抽出  
(**6核種**を抽出)

# 1-1. ALPS除去対象核種（62核種）の選定の考え方

## 【核分裂生成物】



※1 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（別表第2第六欄）  
 ※2 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（別表第2第六欄）  
 周辺監視区域外の水中の濃度限度

手順1で選出される核種：247核種

手順2で除外される核種：33核種

- トリチウム
- 告示別表※1に記載のないため除外（10核種）  
Ba-136m, Ce-142, Sm-149, Po-211, Po-212, Po-213, Po-214, Po-215, Po-216, At-217
- 希ガスであるため除外（12核種）

Xe類	Xe-127, Xe-129m, Xe-131m, Xe-133, Xe-133m
Kr類	Kr-79, Kr-81, Kr-85
Rn類	Rn-218, Rn-219, Rn-220, Rn-222

- 滞留水中に容易に溶出しない、もしくはそれらの核種から生成されるため滞留水中には含まれないものとして除外（10核種）

Se類	Se-77m※3, Se-79
Zr類	Zr-93, Zr-95, Zr-97※3
Pd類	Pd-107※3, Pd-109※3, Pd-112※3
Nb-95m	Zr類（Zr-95）より生成するため、滞留水中には存在し難いと評価
Rh-102	Pd-102より生成するため、滞留水中には存在し難いと評価

※3 これらの核種は、手順2で除外しなかった場合においても、手順7で除去対象核種から除外される

手順7で除外される核種：158核種

⇒ 選定の結果、**56核種**を除去対象として選定

# 1-1. ALPS除去対象核種（62核種）の選定の考え方

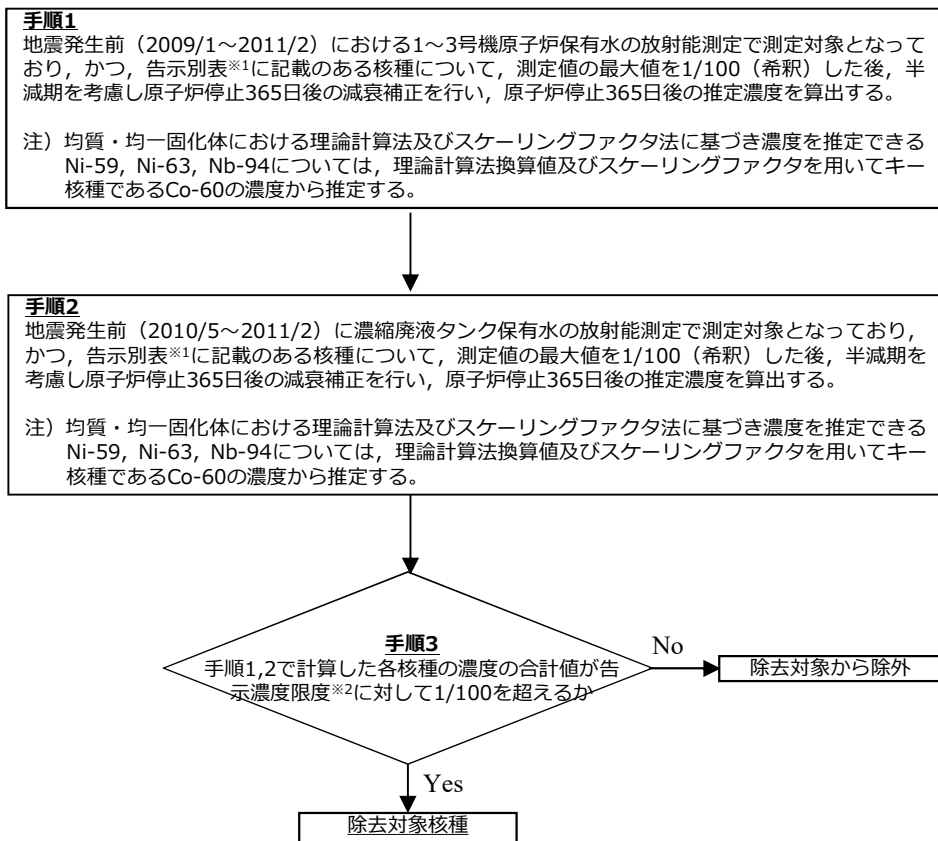
## ■ 核分裂生成物として検討した核種一覧（247核種）

H-3	Nb-94	Ag-110m	Te-123	Ba-135m	Sm-148	Tl-209	Fr-221	U-230	Pu-243	Cf-252
Be-10	Nb-95	Ag-111	Te-123m	Ba-136m	Sm-149	Pb-209	Fr-223	U-231	Pu-244	Cf-253
C-14	Nb-95m	Ag-112	Te-125m	Ba-137m	Sm-151	Pb-210	Ra-222	U-232	Pu-246	Cf-254
Zn-72	Nb-96	Cd-109	Te-127	Ba-140	Sm-153	Pb-211	Ra-223	U-233	Am-240	Es-253
Ga-72	Nb-97	Cd-113m	Te-127m	La-138	Eu-150	Pb-212	Ra-224	U-234	Am-241	Es-254
As-76	Nb-97m	Cd-115	Te-129	La-140	Eu-152	Pb-214	Ra-225	U-235	Am-242	Es-254m
As-77	Mo-99	Cd-115m	Te-129m	Ce-141	Eu-154	Bi-210	Ra-226	U-236	Am-242m	Es-255
Se-77m	Tc-98	In-114	Te-131	Ce-142	Eu-155	Bi-211	Ra-228	U-237	Am-243	
Se-79	Tc-99	In-114m	Te-131m	Ce-143	Eu-156	Bi-212	Ac-225	U-238	Am-245	
Kr-79	Tc-99m	In-115	Te-132	Ce-144	Eu-157	Bi-213	Ac-227	U-240	Am-246	
Kr-81	Ru-103	In-115m	I-129	Pr-142	Gd-152	Bi-214	Ac-228	Np-235	Cm-241	
Kr-85	Ru-106	Sn-117m	I-131	Pr-143	Gd-153	Po-210	Th-226	Np-236	Cm-242	
Br-82	Rh-102	Sn-119m	I-132	Pr-144	Gd-159	Po-211	Th-227	Np-236m	Cm-243	
Rb-86	Rh-103m	Sn-121	I-133	Pr-144m	Tb-160	Po-212	Th-228	Np-237	Cm-244	
Rb-87	Rh-105	Sn-121m	Xe-127	Nd-144	Tb-161	Po-213	Th-229	Np-238	Cm-245	
Sr-89	Rh-106	Sn-123	Xe-129m	Nd-147	Dy-166	Po-214	Th-230	Np-239	Cm-246	
Sr-90	Pd-107	Sn-125	Xe-131m	Pm-146	Ho-166	Po-215	Th-231	Np-240m	Cm-247	
Y-90	Pd-109	Sn-126	Xe-133	Pm-147	Ho-166m	Po-216	Th-232	Pu-236	Cm-248	
Y-91	Pd-112	Sb-122	Xe-133m	Pm-148	Er-169	Po-218	Th-234	Pu-237	Cm-249	
Zr-93	Ag-106	Sb-124	Cs-132	Pm-148m	Tm-170	At-217	Pa-231	Pu-238	Bk-249	
Zr-95	Ag-108	Sb-125	Cs-134	Pm-149	Tm-171	Rn-218	Pa-232	Pu-239	Bk-250	
Zr-97	Ag-108m	Sb-126	Cs-135	Pm-151	Tm-172	Rn-219	Pa-233	Pu-240	Cf-249	
Nb-92	Ag-109m	Sb-126m	Cs-136	Sm-146	Tl-207	Rn-220	Pa-234m	Pu-241	Cf-250	
Nb-93m	Ag-110	Sb-127	Cs-137	Sm-147	Tl-208	Rn-222	Pa-234	Pu-242	Cf-251	

手順2で除外される核種(33核種)
  手順7で除外される核種（158核種）

# 1-1. ALPS除去対象核種（62核種）の選定の考え方

## 【腐食生成物】



## ■ CPとして検討した核種一覧（20核種）

N-13※3	Cu-64※3
F-18※3	Zn-65※3※4
Na-24※3	As-76※3
Cl-38※3	Ag-110m※3※4
Cr-51※3※4	Sb-124※3
Mn-54※3※4	W-187※3
Mn-56※3	Np-239※3
Co-58※3※4	Ni-59※5
Co-60※3※4	Ni-63※5
Fe-59※3※4	Nb-94※5

## ■ 手順3で除外される核種（13核種）

- ※3 地震発生前（2009/1～2011/2）における1～3号機原子炉保有水の放射能測定で測定対象となっている核種
- ※4 地震発生前（2010/5～2011/2）に濃縮廃液タンク保有水の放射能測定で測定対象となっている核種
- ※5 均質・均一固化体における理論計算法及びスケールリングファクタ法に基づき濃度を推定した核種

⇒ 選定の結果、**6核種**を除去対象として選定（Ag-110mは、核分裂生成物の選定核種と重複のため除外）

※1 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（別表第2第六欄）  
 ※2 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（別表第2第六欄）  
 周辺監視区域外の水中の濃度限度



# 1-1. ALPS除去対象核種（62核種）の選定の考え方

- P4～P7の検討を踏まえ、ALPS除去対象核種について、下表の通り核分裂生成物で56核種、腐食生成物で6核種を選定。

核分裂生成物：56核種

Rb-86	Sr-89	Sr-90	Y-90	Y-91	Nb-95	Tc-99
Ru-103	Ru-106	Rh-103m	Rh-106	Ag-110m	Cd-113m	Cd-115m
Sn-119m	Sn-123	Sn-126	Sb-124	Sb-125	Te-123m	Te-125m
Te-127	Te-127m	Te-129	Te-129m	I-129	Cs-134	Cs-135
Cs-136	Cs-137	Ba-137m	Ba-140	Ce-141	Ce-144	Pr-144
Pr-144m	Pm-146	Pm-147	Pm-148	Pm-148m	Sm-151	Eu-152
Eu-154	Eu-155	Gd-153	Tb-160	Pu-238	Pu-239	Pu-240
Pu-241	Am-241	Am-242m	Am-243	Cm-242	Cm-243	Cm-244

腐食生成物：6核種

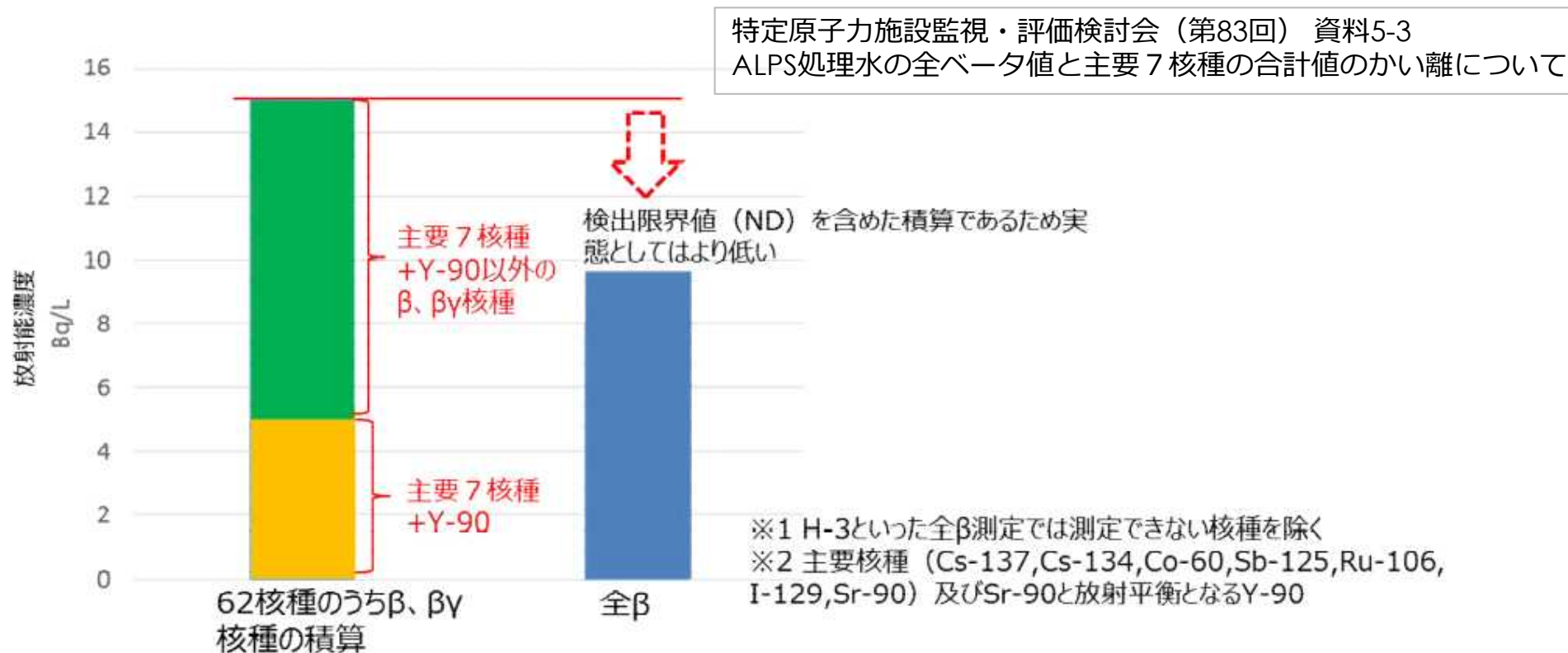
Mn-54
Fe-59
Co-58
Co-60
Ni-63
Zn-65

## 1-2. C-14を測定対象に追加した経緯

- 2018年度上期時点において、ALPS処理水の主要7核種※の分析結果の合計値と全ベータ値に一定のかい離が生じているタンク群の存在を確認した。

※ALPS処理水の62核種分析を行い、告示濃度限度に対して有意に検出された以下の7核種のこと。  
Cs-134、Cs-137、Sr-90 (Y-90)、I-129、Ru-106、Co-60、Sb-125

- 当初、このかい離の原因は、主要7核種以外の除去対象核種が検出下限値以下の濃度で存在しており、それらの核種から放出されるベータ線の影響を受けた結果、主要7核種の合計値よりも全ベータ値が高くなったと評価した。



K4タンクにおけるβ、βγ核種（62核種）の積算と全βの比較

## 1-2. C-14を測定対象に追加した経緯

- その後、かい離に影響を及ぼしている具体的な核種を絞り込むために、主要7核種の合計と全ベータ値のかい離が最も大きいタンク（H4N-A6タンク）を対象として、ベータ核種を中心に詳細調査を実施したところ、C-14とTc-99が有意な濃度で確認された。

C-14：ALPS除去対象核種（62核種）に含まれていなかった。

Tc-99：ALPS除去対象核種（62核種）に含まれていたが、その他除去対象核種（告示濃度限度比の和が0.3）として扱っていた。

H4N-A6タンク水の詳細分析結果

単位は全て [Bq/L]

核種	Cs-137	Cs-134	Sr-90	Y-90	I-129	Ru-106	Rh-106	Co-60	Sb-125	合計値
濃度	0.34	<0.17	0.19	0.19	1.77	5.77	5.77	0.46	0.65	15.31

↑かい離  
全β値  
40.74

核種	濃度	全β換算	自己吸収補正
C-14	45.22	24	45
Tc-99	28.32	23	
主要7核種	15.31	9.2	

C-14, Tc-99及び核種毎の全β値への影響を加味して評価した結果、全β値と近い値となった

- その後も、かい離の大きなタンク群※について調査を行い、全ベータ値と主要7核種の合計値のかい離は、C-14とTc-99によるものであることを確認。

※第2回：G1S-B7、H4-D1、H4-A11、J3-B1、K4-D1

第3回：H2-A1、J7-D1、H4-D7、H4-D8、H1E-C8、K3-A3、H4N-C1、G1S-A5

H4-B1、H4-B6、H4-B7、H6(1)-B1、G6-B6、H5-B11、H6(2)-A1、H3-B5

- このため、2019年度以降、全てのタンク群について主要7核種及び全ベータに加えて、C-14及びTc-99を測定を実施している。

# 1-3. ALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14の測定評価の方法

## ■ 二次処理性能確認試験における62核種、H-3、C-14の定量方法は下表の通り。

● Ge半導体検出器によるγ線核種分析結果を基に定量・評価する核種

● 全α放射能測定の結果から定量・評価する核種

● Ge半導体検出器によるγ線核種分析結果を基に定量・評価する核種		● 全α放射能測定の結果から定量・評価する核種	
核種	核種測定または評価の方法	核種	核種測定または評価の方法
1 Rb-86	γ線核種分析	24 Cs-137	γ線核種分析
2 Y-91	γ線核種分析	25 Ba-137m	Cs-137と放射平衡
3 Nb-95	γ線核種分析	26 Ba-140	γ線核種分析
4 Ru-103	γ線核種分析	27 Ce-141	γ線核種分析
5 Ru-106	γ線核種分析	28 Ce-144	γ線核種分析
6 Rh-103m	Ru-103と放射平衡	29 Pr-144	Ce-144と放射平衡
7 Rh-106	Ru-106と放射平衡	30 Pr-144m	Ce-144と放射平衡
8 Ag-110m	γ線核種分析	31 Pm-146	γ線核種分析
9 Cd-115m	γ線核種分析	32 Pm-147	Eu-154放射能濃度より評価
10 Sn-119m	Sn-123放射能濃度より評価	33 Pm-148	γ線核種分析
11 Sn-123	γ線核種分析	34 Pm-148m	γ線核種分析
12 Sn-126	γ線核種分析	35 Sm-151	Eu-154放射能濃度より評価
13 Sb-124	γ線核種分析	36 Eu-152	γ線核種分析
14 Sb-125	γ線核種分析	37 Eu-154	γ線核種分析
15 Te-123m	γ線核種分析	38 Eu-155	γ線核種分析
16 Te-125m	Sb-125と放射平衡	39 Gd-153	γ線核種分析
17 Te-127	γ線核種分析	40 Tb-160	γ線核種分析
18 Te-127m	Te-127放射能濃度より評価	41 Mn-54	γ線核種分析
19 Te-129	γ線核種分析	42 Fe-59	γ線核種分析
20 Te-129m	γ線核種分析	43 Co-58	γ線核種分析
21 Cs-134	γ線核種分析	44 Co-60	γ線核種分析
22 Cs-135	Cs-137放射能濃度より評価	45 Zn-65	γ線核種分析
23 Cs-136	γ線核種分析		
			● その他の方法で定量・評価する核種
		核種	核種測定または評価の方法
		56 H-3	蒸留による分離後、β線測定
		57 C-14	化学分離後、β線測定
		58 Sr-90	化学分離後、β線測定
		59 Sr-89	化学分離後、β線測定
		60 Y-90	Sr-90と放射平衡
		61 Tc-99	ICP-MS測定
		62 Cd-113m	化学分離後、β線測定
		63 I-129	ICP-MS測定
		64 Ni-63	化学分離後、β線測定

全α放射能に包絡されるものとして評価：

全α放射能の測定では核種の定性はできないが全てのα核種の濃度を簡易かつ迅速に分析できるため、この結果を保守的に各α核種の濃度として用いている。

## 2. その他核種の存在の可能性について

## 2. その他核種の存在の可能性について

- 廃止措置や埋設施設で検討されている研究を参考に、ALPS処理水中に有意な量が存在する可能性が排除できない、その他核種について調査。
- 現時点でALPS処理水中に存在する可能性が排除できないその他核種として、Fe-55、Ni-59、Mo-93、Sn-121mの4核種が考えられる。

核種	半減期 [y]	壊変形式	告示濃度限度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	測定実績 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	備考
Fe-55	2.7E+00	EC	2.0E+00	—	廃止措置の解体廃棄物の埋設処分において、被ばくに寄与する核種として選定。原子炉保有水やPLR系統の汚染インベントリで64核種以外に高い濃度で存在。 ※ALPS除去前の測定値
Ni-59	7.6E+04	EC	1.0E+01	N.D. (4.0~5.0E-01※)	
Mo-93	4.0E+03	EC	3.0E-01	—	
Sn-121m	4.4E+01	B-IT	2.0E+00	—	民間再処理施設から発生する燃料被覆材・燃料棒端栓部廃材（ハイル・エンドピース）において、64核種、上記3核種の他に高いインベントリ量として存在。

- なお、Fe-55、Ni-59、Sn-121mは、同位体であるFe-59、Ni-63、Sn-126がALPS除去対象核種であり、同様にALPSで除去されていると想定されること、Mo-93はALPS除去対象核種の選定におけるSe、Zr、Pdと同様に滞留水に容易に溶出しない核種であることから、ALPS処理水では有意な濃度にならないと考えられる。

## 2. その他核種の存在の可能性について

検討中

TEPCO

- 前述の通り、ALPS除去対象核種（62核種）を選定したものの、その後のALPS処理水における主要7核種と全ベータ値とのかい離を起因とした調査により、C-14の存在を確認したため、その後にC-14を測定対象に追加した経緯がある。
  - ALPS除去対象核種の検討時にC-14に着目できなかった要因の1つとして、腐食生成物の検討の中で、震災前の原子炉保有水や、濃縮廃液タンクの測定実績※を基に検討したことが考えられる。  
※放出放射性物質の被ばく評価の対象核種を基に測定
- 前頁の調査によって抽出されたその他核種は、主に原子炉冷却系統内で使用している金属が放射化された核種によって生成される核種。

- このため、ALPS処理水の放出時の測定対象核種に関する検討では、以下を考慮して検討を進める。
  - 核分裂生成物、腐食生成物を改めて評価し、対象となりうる核種を再確認する。
  - 腐食生成物を含む放射化生成物の検討では、震災前の測定実績だけではなく、廃止措置や埋設施設で検討されている研究、並びに炉内構造物等の放射化計算を実施した結果を踏まえて、対象となりうる核種の確認を行う。  
(炉内構造物等の放射化計算では、1F-1~3が炉心損傷をしていることを踏まえて、評価対象を設定する。)

### 3. ALPS除去対象核種（62核種）、H-3、C-14、その他核種の測定要否に関する検討



### 3. 測定要否に関する検討

検討中

TEPCO

- 2項で説明した通り、ALPS処理水放出時の測定核種の検討では、核分裂生成物に加え、腐食生成物を含む放射化生成物を改めて評価を行う計画。
- 上記検討の中では、震災直後には、汚染水中に有意に存在した核種でも、放出までに12年経過することを踏まえると、各放射性核種の半減期により存在量が十分小さくなる核種の存在も考えられる。
- このため、ALPS除去対象核種（62核種）および、今回の検討で抽出するその他核種について、減衰評価を行い、それぞれの核種の測定要否について整理を行う予定。

- なお、測定要否検討の具体的な事例として、サブドレン他水処理施設の排水に係る評価対象核種の検討がある（次頁参照）。

サブドレン他水処理施設の排水における核種選定は、ALPS処理水と同様に62核種、H-3を選定した上で、運用開始時期（**震災後3年**）を考慮して、告示濃度限度比1/100以下となった**15核種を除外**している。

また、運用開始後に更なる経過時間（**震災後5年**）を考慮して、告示濃度限度比1/100以下となった**5核種**と排水時の影響の小さい**2核種を除外**している。

- ALPS処理水では、上記手法も参考しつつ、12年の減衰を考慮することで、更に除外出来る核種がないか検討を行う。

# 【参考】サブドレンの測定要否に関する検討

○ 実施計画Ⅲ章 2.1.2 放射性液体廃棄物等の管理 添付資料-3、4

■ サブドレン他水処理施設の排水管理を行う核種選定では、ALPS除去対象核種と同様に、建屋滞留水の除去対象核種（62核種）、H-3を選定した上で、震災から3、5年経過することを踏まえて、それぞれ3、5年の減衰を勘案して、告示濃度限度比1/100以下の核種、排水時の影響の小さい核種の22核種を管理から除外している。

○ 3年間の減衰を考慮して除外した核種

No.	核種	半減期[d]	No.	核種	半減期[d]	No.	核種	半減期[d]
1	Rb-86	18.63	6	Te-129	0.0479	11	Pm-148	5.37
2	Nb-95	34.975	7	Te-129m	33.5	12	Pm-148m	41.3
3	Ru-103	39.4	8	Cs-136	13.16	13	Tb-160	72.1
4	Rh-103m	0.935	9	Ba-140	12.79	14	Fe-59	44.5
5	Cd-115m	44.8	10	Ce141	32.5	15	Co-58	70.82

○ 5年間の減衰及び告示濃度限度比総和への影響を考慮して除外した核種

No.	核種	半減期[d]	No.	核種	半減期[d]	No.	核種	半減期
1	Sr-89	50.5	4	Gd-153	241.6	6	Cs-135	230万年※
2	Y-91	58.5	5	Cm-242	162.8	7	Ba-137m	2.55分※
3	Sb-124	60.2						


※Cs-137の濃度が排水時の運用目標である1 Bq/Lであった場合においても、告示濃度限度比の和に有意な影響を与えないCs-137の同位体（Cs-135）および娘核種（Ba-137m）の2核種を除外

# 【参考】ALPS処理水の測定要否に関する検討

検討中

TEPCO

- ALPS処理水では、震災後から放出までに経過する12年間という時間を踏まえて、サブドレンで除外した22核種以外に、測定不要になる核種について整理する。

 : 除外できる可能性のある核種

No.	核種	半減期[y]
1	Sr-90	2.9E+01
2	Y-90	7.3E-03※1
3	Tc-99	2.1E+05
4	Ru-106	1.0E+00
5	Rh-106	9.5E-07※2
6	Ag-110m	6.8E-01
7	Cd-113m	1.4E+01
8	Sn-119m	8.0E-01
9	Sn-123	3.5E-01
10	Sn-126	2.3E+05
11	Sb-125	2.8E+00
12	Te-123m	3.3E-01
13	Te-125m	1.6E-01
14	Te-127	1.1E-03※3

No.	核種	半減期[y]
15	Te-127m	2.9E-01
16	I-129	1.6E+07
17	Cs-134	2.1E+00
18	Cs-137	3.0E+01
19	Ce-144	7.8E-01
20	Pr-144	3.3E-05※4
21	Pr-144m	1.4E-05※4
22	Pm146	5.5E+00
23	Pm147	2.6E+00
24	Sm-151	9.0E+01
25	Eu-152	1.4E+01
26	Eu-154	8.6E+00
27	Eu-155	4.8E+00
28	Pu-238	8.8E+01

No.	核種	半減期[y]
29	Pu-239	2.4E+04
30	Pu-240	6.6E+03
31	Pu-241	1.4E+01
32	Am-241	4.3E+02
33	Am-242m	1.4E+02
34	Am-243	7.4E+03
35	Cm-243	2.9E+01
36	Cm-244	1.8E+01
37	Mn-54	8.6E-01
38	Co-60	5.3E+00
39	Ni-63	1.0E+02
40	Zn-65	6.7E-01
41	H-3	1.2E+01
42	C-14	5.7E+03

※1 : Sr-90の娘核種、 ※2 : Ru-106の娘核種、 ※3 : Te-127mの娘核種、 ※4 : Ce-144の娘核種

## 4. ALPS処理水等の事前測定に関する検討

# 4. ALPS処理水等の事前測定に関する検討

検討中



- ALPS処理水等に含まれる放射性物質の濃度は、これまでに東電内で測定を実施している（P11参照）他、JAEA殿にて分析を行っている。

核分裂生成物：56核種

腐食生成物：6核種

左記以外の核種：2核種

Rb-86	Sr-89	Sr-90	Y-90	Y-91	Nb-95	Tc-99
Ru-103	Ru-106	Rh-103m	Rh-106	Ag-110m	Cd-113m	Cd-115m
Sn-119m	Sn-123	Sn-126	Sb-124	Sb-125	Te-123m	Te-125m
Te-127	Te-127m	Te-129	Te-129m	I-129	Cs-134	Cs-135
Cs-136	Cs-137	Ba-137m	Ba-140	Ce-141	Ce-144	Pr-144
Pr-144m	Pm-146	Pm-147	Pm-148	Pm-148m	Sm-151	Eu-152
Eu-154	Eu-155	Gd-153	Tb-160	Pu-238	Pu-239	Pu-240
Pu-241	Am-241	Am-242m	Am-243	Cm-242	Cm-243	Cm-244

Mn-54
Fe-59
Co-58
Co-60
Ni-63
Zn-65

H-3	C-14
-----	------

64核種以外の核種：12核種

Cl-36	Ca-41
Se-79	U-233
U-234	U-235
U-236	U-238
Np-237	Pu-242
Cm-245	Cm-246

- 今回検討する、ALPS処理水の測定対象核種が適切であることを確認するため、ALPS処理水に有意に含まれる可能性が排除できない核種で、これまでの測定結果が不足しているものについて、核種毎の測定を計画する。

なお、測定計画の中で、現時点で当社での測定が困難な核種があった場合は、外部機関を利用した測定を計画する。

# 4. ALPS処理水等の事前測定に関する検討

検討中



- 現在検討中のALPS処理水等の事前測定計画と核種の抽出理由を下記に示す。

なお、今後の外部機関との調整により、計画には変更の可能性がある。また、ALPS処理水の測定に当たっては、核種の濃度が極めて低い上、それぞれの核種に対応する前処理（分離、単離、共沈）等の様々な分析操作を行った上で測定するため、誤差が大きくなるリスクがある

### 【核種抽出理由】

- ① その他核種（2項参照）として抽出された核種  
→ 下表にはこれまでに抽出した核種を記載。今後の詳細検討で追加の可能性有
- ② ALPS処理水中に有意に含まれる可能性が排除できないアルファ核種  
→ アルファ核種は、核種毎の測定を実施し、全アルファ測定に包含することを確認

No.	抽出理由	核種	壊変形式	エネルギー [MeV]	告示濃度限度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	測定方法（案）	備考
1	①	Fe-55	EC	0.005900	2.0E+00	LEPS※2	外部機関を利用した事前測定を計画
2	①	Ni-59	EC	0.006930	1.0E+01		
3	①	Mo-93	EC	0.016600	3.0E-01		
4	①	Sn-121m	B-IT	0.359270	2.0E+00		
5	②	アルファ核種	α	—※1	—※1	αスペクトロメータ ICP-MS※3	

※1：ALPS処理水中に有意に含まれる可能性が排除できないアルファ核種を抽出した上で、個別に記載する

※2：低エネルギー光子測定装置、※3：誘導結合プラズマ質量分析装置