

多核種除去設備の 除去対象核種選定

2021年6月16日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

除去対象核種選定及び選定時に
除外された核種

- 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.2.16.1多核種除去設備』に記載し、原子力規制委員会に認可された内容の概要）

【核分裂生成物（核分裂により生成した核種）】

- 原子炉停止30日後の炉心に存在する核種を評価※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）

【腐食生成物（原子炉冷却系等で使用している金属が放射化された核種）】

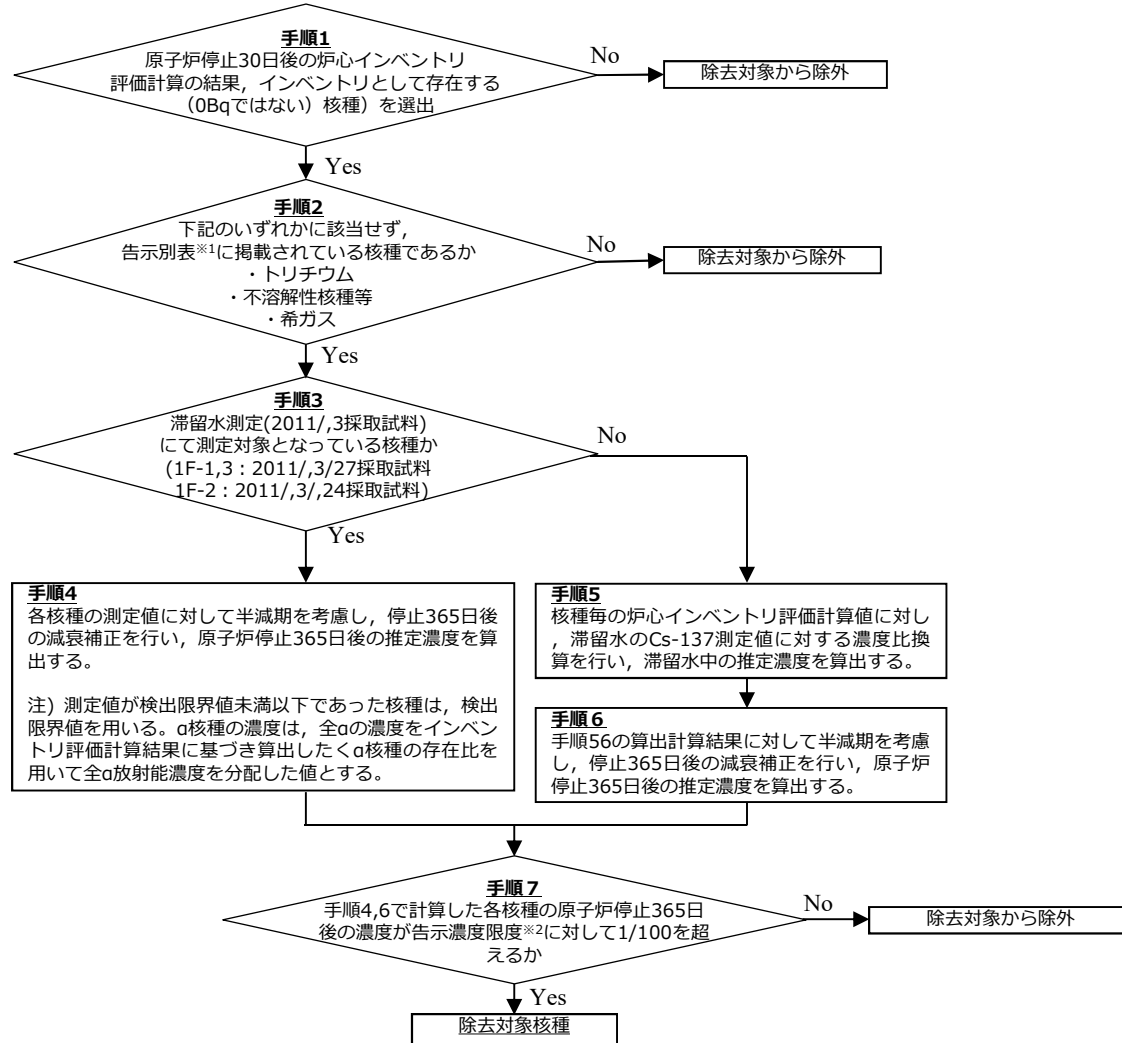
- 震災の影響による1～3号機の原子炉保有水、濃縮廃液タンクから滞留水への移行を考慮
- 地震発生前における1～3号機原子炉保有水の放射能濃度測定結果及び濃縮廃液タンク保有水の放射能濃度測定結果から、海水流入等による希釈及び1年後の減衰を考慮し、滞留水中の放射能濃度が告示濃度限度の1/100を超えるものについて、除去対象核種として抽出（6核種を抽出）

※1 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

除去対象核種の選定フロー<核分裂生成物>

<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

除去対象核種の選定フロー<核分裂生成物>：各手順で除外された核種一覧



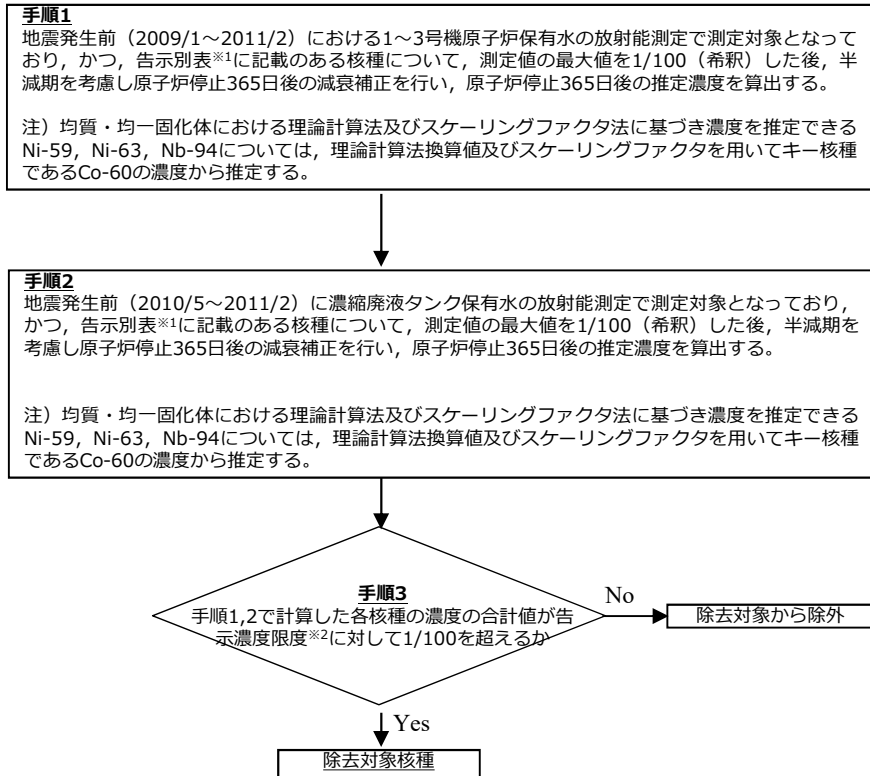
H-3	Nb-94	Ag-110m	Te-123	Ba-135m	Sm-148	Tl-209	Fr-221	U-230	Pu-243	Cf-252
Be-10	Nb-95	Ag-111	Te-123m	Ba-136m	Sm-149	Pb-209	Fr-223	U-231	Pu-244	Cf-253
C-14	Nb-95m	Ag-112	Te-125m	Ba-137m	Sm-151	Pb-210	Ra-222	U-232	Pu-246	Cf-254
Zn-72	Nb-96	Cd-109	Te-127	Ba-140	Sm-153	Pb-211	Ra-223	U-233	Am-240	Es-253
Ga-72	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

■ 手順7で除外される核種

除去対象核種の選定フロー【腐食生成物】

＜腐食生成物＞



※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

■ 除外された核種一覧

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

- ※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）

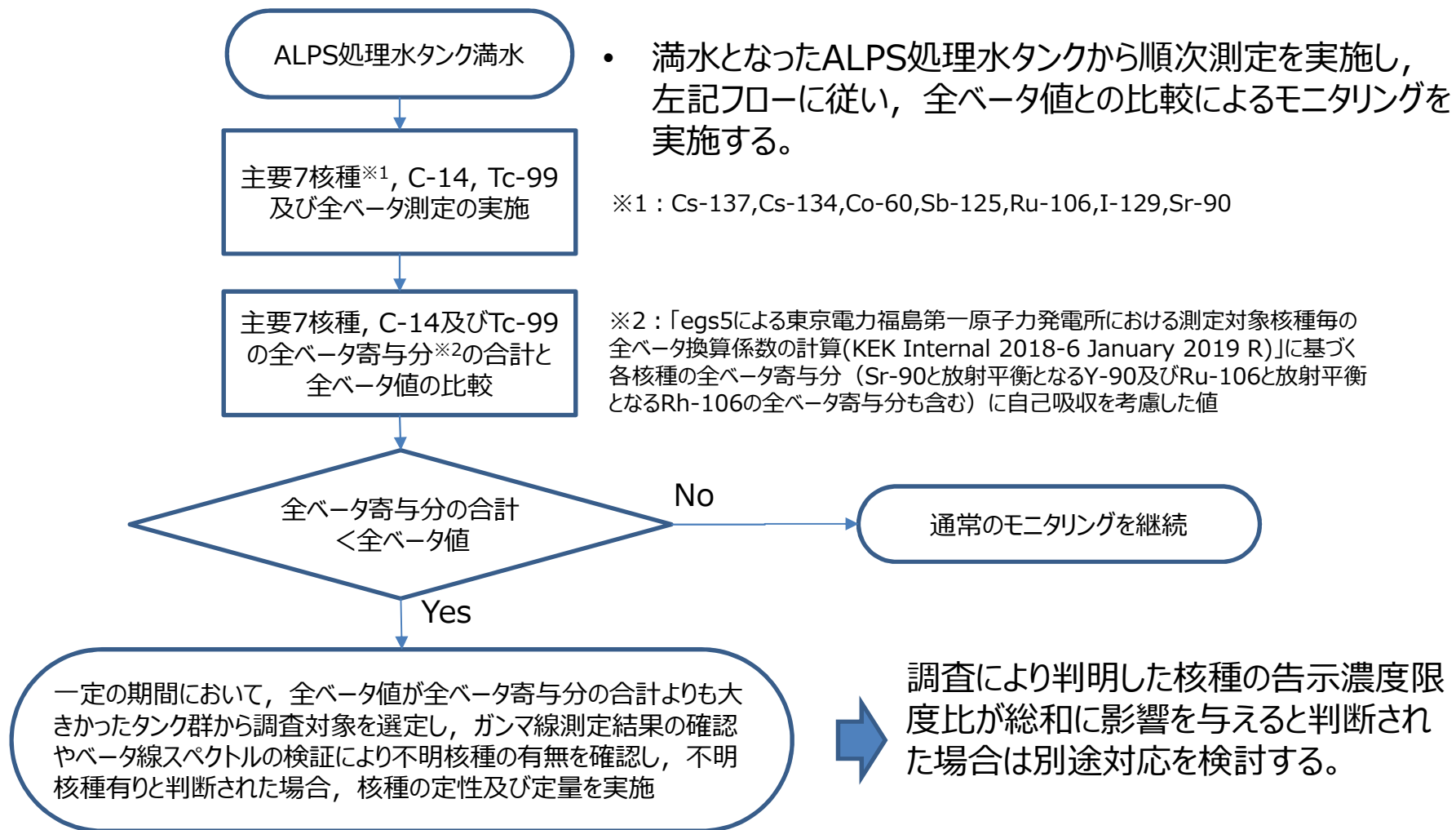
多核種除去設備の除去対象核種

1	Rb-86	16	Sn-123	31	Ba-137m	46	Tb-160	61	Ni-63
2	Sr-89	17	Sn-126	32	Ba-140	47	Pu-238	62	Zn-65
3	Sr-90	18	Sb-124	33	Ce-141	48	Pu-239		
4	Y-90	19	Sb-125	34	Ce-144	49	Pu-240		
5	Y-91	20	Te-123m	35	Pr-144	50	Pu-241		
6	Nb-95	21	Te-125m	36	Pr-144m	51	Am-241		
7	Tc-99	22	Te-127	37	Pm-146	52	Am-242m		
8	Ru-103	23	Te-127m	38	Pm-147	53	Am-243		
9	Ru-106	24	Te-129	39	Pm-148	54	Cm-242		
10	Rh-103m	25	Te-129m	40	Pm-148m	55	Cm-243		
11	Rh-106	26	I-129	41	Sm-151	56	Cm-244		
12	Ag-110m	27	Cs-134	42	Eu-152	57	Mn-54		
13	Cd-113m	28	Cs-135	43	Eu-154	58	Fe-59		
14	Cd-115m	29	Cs-136	44	Eu-155	59	Co-58		
15	Sn-119m	30	Cs-137	45	Gd-153	60	Co-60		

C-14以外で考慮されていない
核種の可能性について

- C-14については、放出放射性物質の被ばく評価対象ではなかったため、放射化生成物としての存在を考慮していなかった。このため、放射性固体廃棄物の事業所が搬出等で確認する核種で、ALPS除去対象核種の検討において、核種がないか確認
- 六ヶ所埋設施設への廃棄確認申請における評価対象核種（12核種）
 - ✓ H-3, C-14, Cl-36, Co-60, Ni-63, Sr-90, Nb-94, Tc-99, I-129, Cs-137, Ni-59, 全α
- クリアランスの評価対象核種（発電用原子炉：33核種）
 - ✓ H-3, C-14, Cl-36, Ca-41, Sc-46, Mn-54, Fe-55, Fe-59, Co-58, Co-60, Ni-59, Ni-63, Zn-65, Sr-90, Nb-94, Nb-95, Tc-99, Ru-106, Ag-108m, Ag-110m, Sb-124, Te-123m, I-129, Cs-134, Cs-137, Ba-133, Eu-152, Eu-154, Tb-160, Ta-182, Pu-239, Pu-241, Am-241
- 上記状況から他の核種の存在について、引き続き評価を行い、報告する。

全ベータ値と主要7核種の合計値のかい離後のモニタリング



- 62核種 + C14 + H3以外の核種については、全アルファ測定、全ベータ測定、Ge分析を行うことで、全核種について評価を行っており、想定されない核種が含まれていないか、確認している。
- 現在のところ、この評価による新たな核種は見つかっていない。