

大飯1, 2号炉 燃料取替用水タンク クリアランス認可申請書の核種選定の基本ロジックについて

1. 33核種からの放射性物質の抽出

- 放射能濃度確認対象物は、1次冷却材による二次的な汚染であり、かつ材質は金属(ステンレス鋼)であり、解体・除染後約15年経過している。なお、放射化汚染の影響は無く、かつ放射性物質による汚染に影響を及ぼすような事故、トラブル及び燃料破損は発生していない。
- 33核種のうち、半減期が約1年以下の短半減期核種については、十分減衰していることから、Sc-46、Mn-54、Fe-59、Co-58、Zn-65、Nb-95、Ru-106、Ag-110m、Sb-124、Te-123m、Tb-160、Ta-182は除外。
- Fe-55は、半減期が約2.7年と比較的短い核種であり、かつクリアランスレベルが高いことから除外。
- コンクリート等の放射化により生成する核種(Ca-41、Ag-108m、Ba-133、Eu-152、Eu-154)は、放射能濃度確認対象物の汚染源では無いことから除外。
- 以上のことから、主要な放射性物質として下記を選定。

【選定結果】(15核種)

H-3、C-14、Cl-36、Co-60、Ni-59、Ni-63、Nb-94、Sr-90、Tc-99、I-129、Cs-134、Cs-137、Pu-239、Pu-241、Am-241

2. 大飯1号炉及び2号炉の運転履歴等の考慮

- 大飯1号炉及び2号炉については運転開始から放射能濃度確認対象物解体までの間、放射性物質による汚染に影響を及ぼすような事故、トラブル及び燃料破損は発生していないことから、二次的な汚染におけるCs-137を代表とするFP核種の影響は僅かとなることから、FP核種(Sr-90、I-129、Cs-134、Cs-137、Pu-239、Pu-241、Am-241)は除外可能と考えられるが、FP核種についても確認する。

【選定結果】(15核種)

H-3、C-14、Cl-36、Co-60、Ni-59、Ni-63、Nb-94、Sr-90、Tc-99、I-129、Cs-134、Cs-137、Pu-239、Pu-241、Am-241

3. 核種分析結果等(難測定核種)を基にした確認結果

- 2006年に実施した放射能濃度確認対象物(1号炉燃料取替用水タンクの胴板)の核種分析結果を、2021年2月1日時点まで減衰補正した値を基に各放射性物質(H-3、C-14、Co-60、Nb-94、Sr-90、Cs-134、Cs-137、Pu-239、Am-241)のD/Cを算出した結果、Co-60のD/Cが最大値となった。
- 前項で分析しなかったCl-36、Ni-63、Tc-99、I-129及び全 α 核種(Pu-241)については、大飯1・2号炉の濃縮廃液(1991~2006年、Cl-36は2004~2006年)の核種分析結果を基に、Ni-59については充填固化体スクーリングファクタを基にD/Cを算出した結果、Co-60のD/Cが最大値となった。
- なお、放射能濃度確認対象物の核種分析の結果、Co-60に次いでCs-137、C-14、Nb-94の放射能濃度が高いことから、放射能濃度確認対象物の除染前の核種分析の結果、および大飯1・2号炉の濃縮廃液(1991~2006年、Cl-36は2004~2006年)の核種分析結果を基にD/Cを算出した結果、D/CにおけるCo-60の占める割合が90%程度になると見なせると考えられる。
- 更に、Co-60放射能濃度を事前調査に基づき算出した結果、D/C(Co-60)は、クリアランス判断基準に対して最大でも約1/80であり、1/33を十分下回っている。
- よって、放射能濃度確認対象物の二次的な汚染における主要な放射性物質はCo-60であることは明らかである。

(参考 1-1) 除染後の燃料取替用水タンクの放射化学分析結果 (2021 年 2 月 1 日時点まで減衰補正した値)

放射性物質	D/C	各放射性物質の D/C の Co-60 の D/C に対する比率
H-3	7.84E-05	3.01E-02
C-14	< 2.91E-04	< 1.12E-01
Co-60	2.61E-03	1
Sr-90	< 4.65E-06	< 1.78E-03
Nb-94	1.30E-04	4.98E-02
Cs-134	< 3.46E-06	< 1.33E-03
Cs-137	5.51E-04	2.11E-01
Pu-239	< 4.74E-06	< 1.82E-03
Am-241	< 1.79E-06	< 6.86E-04

(参考 1-2) 除染後の 1 号炉及び 2 号炉の燃料取替用水タンクの銅板) の核種分析結果
(2021 年 2 月 1 日時点まで減衰補正した値)

試料名*	Co-60		Cs-137		Cs-137 の D/C の Co-60 の D/C に対する比率
	放射能濃度 (Bq/g)	D/C	放射能濃度 (Bq/g)	D/C	
1u-16-49	6.19E-04	6.19E-03	< 6.04E-05	< 6.04E-04	< 9.75E-02
2u-12-16	4.80E-04	4.80E-03	< 7.04E-05	< 7.04E-04	< 1.47E-01

(参考 2) 除染前の 1 号炉及び 2 号炉の燃料取替用水タンクの銅板) の核種分析結果
(2021 年 2 月 1 日時点まで減衰補正した値)

試料名	Co-60 放射能濃度 (Bq/g)	Cs-137 放射能濃度 (Bq/g)	Cs-137/Co-60
1u-14-1-2 (除染前)	4.80E-02	1.10E-03	2.28E-02
1u-12-35-2 (除染前)	5.99E-02	7.45E-04	1.24E-02
1u-9-1-2 (除染前)	2.36E-02	7.59E-04	3.22E-02
1u-7-35-2 (除染前)	1.58E-02	1.62E-04	1.02E-02
1u-4-1 (除染前)	2.52E-02	6.91E-04	2.74E-02
1u-2-35 (除染前)	1.83E-02	3.71E-04	2.03E-02
2u-11-48 (除染前)	2.61E-02	9.30E-04	3.56E-02
2u-10-47 (除染前)	2.49E-02	2.22E-04	8.92E-03
2u-9-25 (除染前)	3.02E-02	4.77E-04	1.58E-02
2u-4-48 (除染前)	1.00E-02	7.85E-04	7.84E-02
平均値	2.82E-02	6.24E-04	<u>2.21E-02</u>

(参考3) 大飯1・2号炉の濃縮廃液の難測定核種の分析結果等を基に算出した D/C
 (1991~2006年度の16年度分の平均値：C-14、Ni-59、Ni-63、Nb-94、Tc-99、I-129及びPu-241)

放射性物質	濃縮廃液等から算出した 放射能濃度 (Bq/g)	D/C	各放射性物質の D/C の Co-60 の D/C に対する比率
C-14	1.20E+01	1.20E+01	4.42E-03
Co-60	2.71E+02	2.71E+03	1
Ni-59 ^{※1}	4.01E+00	4.01E-02	1.48E-05
Ni-63	5.01E+02	5.01E+00	1.85E-03
Nb-94	1.11E-01	1.11E+00	4.08E-04
Tc-99	1.82E-04	1.82E-04	6.70E-08
I-129	<7.68E-04	<7.68E-02	<2.83E-05
Pu-241 ^{※2}	2.81E-04	2.81E-05	1.04E-08

※1：Ni-59の放射能濃度は、JNES-SS レポート (JNES-SS-0403) に基づき算出。

※2：Pu-241を含む全α核種の分析結果より算出

(参考4) 大飯1・2号炉の濃縮廃液の難測定核種の分析結果等を基に算出した D/C
 (2004~2006年度の3年度分の平均値：Cl-36)

放射性物質	濃縮廃液から算出した 放射能濃度 (Bq/g)	D/C	Cl-36 の D/C の Co-60 の D/C に対する比率
Co-60	2.07E+02	2.07E+03	1
Cl-36	3.53E-02	3.53E-02	1.71E-05

(参考 5) 燃料取替用水タンクの Co-60 の放射能濃度及び D/C(Co-60) 【2021/2/10 提出資料より】

(2021 年 2 月 1 日時点まで減衰補正した値)

○ 1 号炉 燃料取替用水タンク

試料名	Co-60 放射能濃度 (Bq/g)	D/C (Co-60) (-)
胴板①	2.61E-04	2.61E-03
胴板②	6.94E-04	6.94E-03
胴板③	3.57E-04	3.57E-03
胴板④	6.18E-04	6.18E-03
胴板⑤	4.86E-04	4.86E-03
胴板⑥	2.12E-04	2.12E-03
胴板⑦	4.75E-04	4.75E-03
胴板⑧	1.89E-04	1.89E-03
胴板⑨	6.63E-04	6.63E-03
胴板⑩	6.19E-04	6.19E-03
天井板①	6.86E-05	6.86E-04
天井板②	8.44E-05	8.44E-04
天井板③	< 7.85E-05	< 7.85E-04

○ 2 号炉 燃料取替用水タンク

試料名	Co-60 放射能濃度 (Bq/g)	D/C (Co-60) (-)
胴板①	2.39E-04	2.39E-03
胴板②	3.20E-04	3.20E-03
胴板③	3.56E-04	3.56E-03
胴板④	1.15E-03	<u>1.15E-02</u> ※
胴板⑤	4.60E-04	4.60E-03
胴板⑥	2.67E-04	2.67E-03
胴板⑦	4.80E-04	4.80E-03
胴板⑧	1.52E-04	1.52E-03
胴板⑨	3.30E-04	3.30E-03
胴板⑩	2.93E-04	2.93E-03

※：2 号炉 燃料取替用水タンクの胴板④が最大値であり、D/C の約 1/80 となる。