

汚染状況の調査結果

1. 対象物の汚染の状況

(1) 放射化汚染

ア. 浜岡4号炉の事前調査

- ・ 浜岡4号炉の第7段翼（主蒸気密度が最も高く主蒸気中の中性子源 ^{17}N の放射能濃度が最も高い主蒸気入口付近にあり、主蒸気に直接曝される第7段翼の二次的な汚染を除去したものを）を代表サンプルとして、放射化汚染による ^{60}Co の放射能濃度の測定結果を以下に示す。測定の結果、汚染は検出されず、検出限界値でも基準値の1%未満であることから、放射化汚染は無視できると判断した。

(令和2年4月1日時点)

試料採取箇所	放射能濃度 (Bq/g)	①検出限界値(D) (Bq/g)	②基準値(C) (Bq/g)	①/② (D/C) (-)
第7段翼(A)	検出限界値 未満	1.4×10^{-4}	0.1	1.4×10^{-3}

イ. 先行事例（浜岡5号炉低圧タービンロータ）の評価結果

- ・ 先行事例において、第8段翼（主蒸気密度が最も高く主蒸気中の中性子源 ^{17}N の放射能濃度が最も高い主蒸気入口付近にあり、主蒸気に直接曝される第8段翼の二次的な汚染を除去したものを）を代表サンプルとして、放射化汚染による ^{60}Co の放射能濃度の測定結果を以下に示す。測定の結果、汚染は検出されず、検出限界値でも基準値の1%未満であることから、放射化汚染は無視できる。

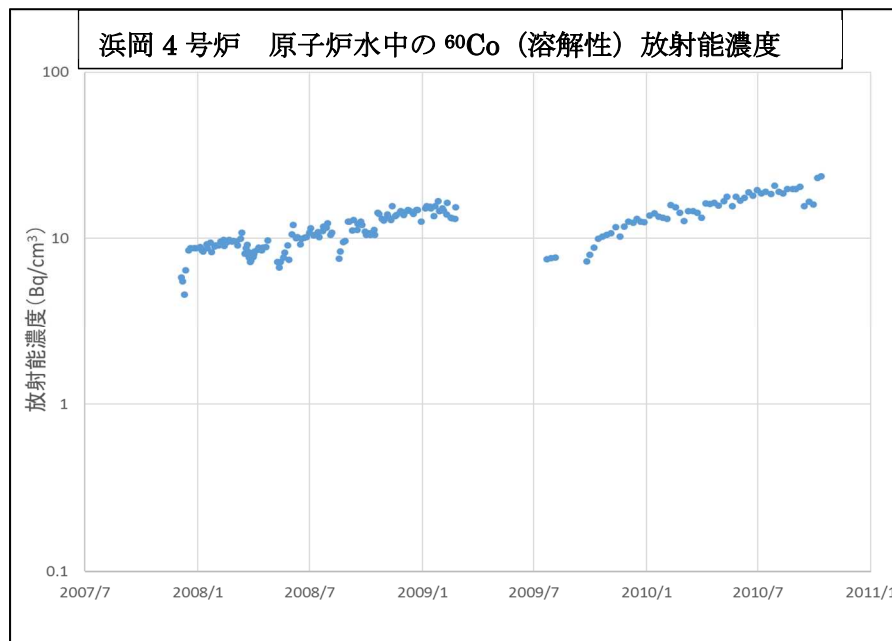
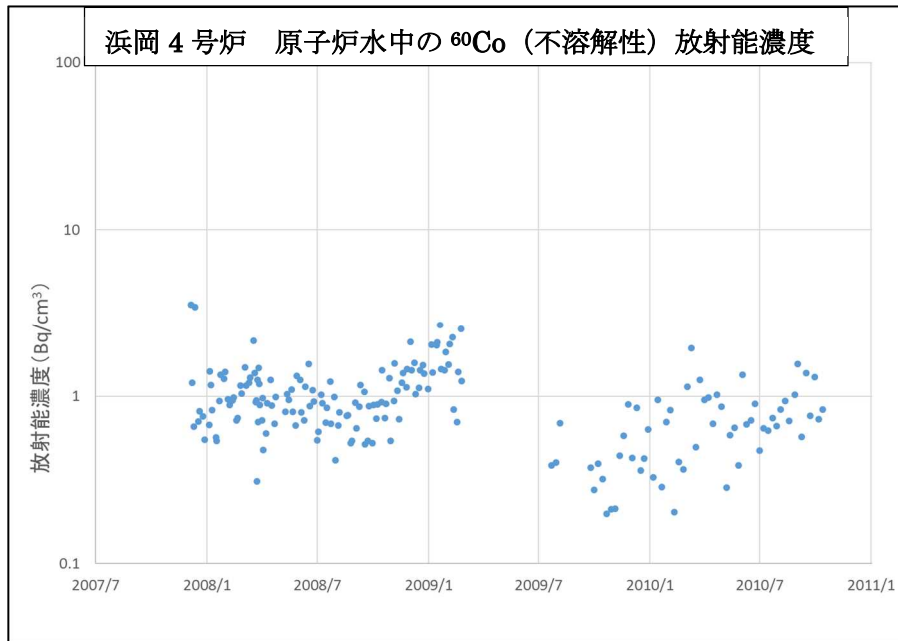
(平成25年4月1日時点)

試料採取箇所	放射能濃度 (Bq/g)	①検出限界値(D) (Bq/g)	②基準値(C) (Bq/g)	①/② (D/C) (-)
第8段翼	検出限界値 未満	5.4×10^{-4}	0.1	5.4×10^{-3}

(2) 二次的な汚染

ア. 浜岡4号炉の原子炉水中の ^{60}Co 放射能濃度

- 対象物が使用されていた原子炉運転中の最後の2サイクル（第11サイクル及び第12サイクル。第13サイクルは運転期間が短いため除外した。）における、原子炉水中の ^{60}Co 放射能濃度の推移を以下に示す。

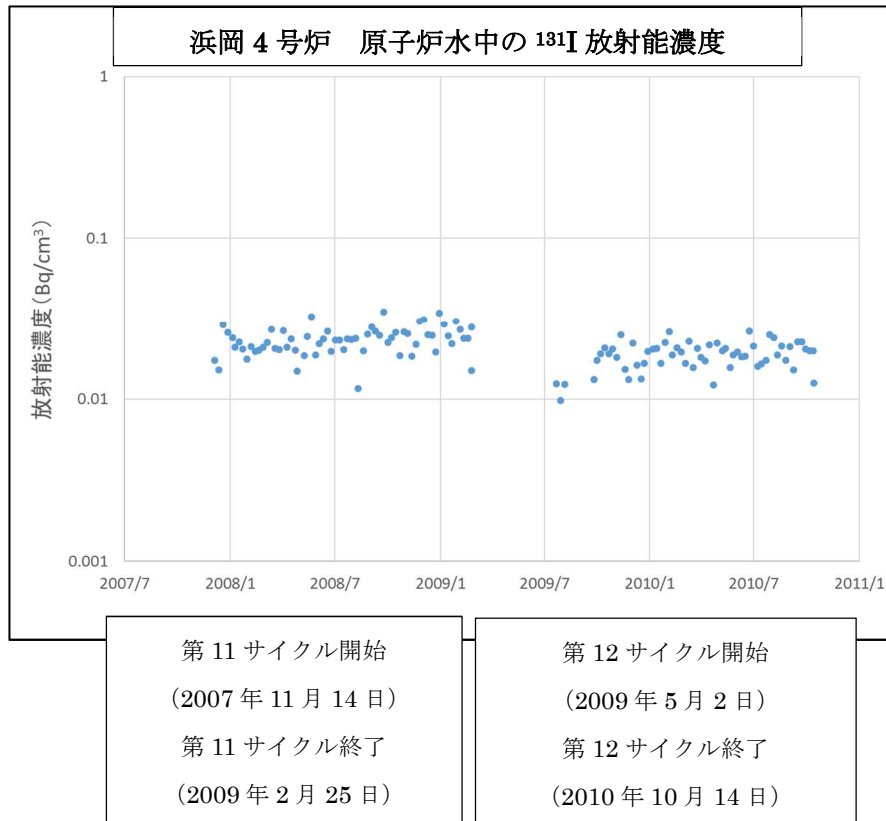


第11サイクル開始
(2007年11月14日)
第11サイクル終了
(2009年2月25日)

第12サイクル開始
(2009年5月2日)
第12サイクル終了
(2010年10月14日)

イ. 浜岡4号炉の原子炉水中の ^{131}I 放射能濃度

- 対象物が使用されていた原子炉運転中の最後の2サイクル（第11サイクル及び第12サイクル。第13サイクルは運転期間が短いため除外した。）における、原子炉水中の ^{131}I 放射能濃度の推移を以下に示す。
- 原子炉水中の ^{60}Co （CP核種）に対する ^{131}I （FP核種）の比は1/100程度である。



ウ. 浜岡4号炉の原子炉水の核種分析結果

- 原子炉水中の難測定核種として監視している核種の分析結果を、分析値①と基準値②の比で見ると、浜岡4号炉の運転中に原子炉水中で顕著に検出される核種は ^{60}Co である。

(第12サイクル原子炉運転時：平成22年9月21日時点)

核種	分析値① (Bq/g)	基準値② (Bq/g)	①/② (-)	①/②の ^{60}Co に対する比
^3H	2.3×10^2	100	2.3	1.1×10^{-2}
^{14}C	9.4×10^{-5}	1	9.4×10^{-5}	4.5×10^{-7}
^{60}Co	2.1×10^1	0.1	2.1×10^2	1
^{63}Ni	2.7	100	2.7×10^{-2}	1.3×10^{-4}
^{90}Sr	1.4×10^{-5}	1	1.4×10^{-5}	6.7×10^{-8}
^{94}Nb	$<1.7 \times 10^{-5}$	0.1	$<1.7 \times 10^{-4}$	$<8.1 \times 10^{-7}$
^{99}Tc	$<1.8 \times 10^{-5}$	1	$<1.8 \times 10^{-5}$	$<8.6 \times 10^{-8}$
^{129}I	$<1.5 \times 10^{-5}$	0.01	$<1.5 \times 10^{-3}$	$<7.1 \times 10^{-6}$
^{131}I	2.3×10^{-2}	—	—	—
^{137}Cs	7.7×10^{-5}	0.1	7.7×10^{-4}	3.7×10^{-6}
全 α	$<1.2 \times 10^{-6}$	0.1	$<1.2 \times 10^{-5}$	$<5.7 \times 10^{-8}$

<補足>

- 全 α は ^{239}Pu として ^{60}Co に対する比を計算した。
- ^{131}I は平成22年9月22日時点の値である。

エ. 浜岡4号炉の事前調査(核種分析)

- ・上記(2)ウ. の分析結果のうち検出された核種は、対象物の二次的な汚染を確認するうえで検出される可能性があるとして、低圧車軸と同じ使用環境で暴露している翼のうち、主蒸気入口付近の翼(除染前の第7段翼(A)～(C))から代表試料を採取し、二次的な汚染部分を用いて放射化学分析を行った。その結果、 ^{60}Co が最も高い値を示した。

(令和2年4月1日時点)

試料採取 箇所	分析値① (Bq/cm ²)					
	^3H	^{14}C	^{60}Co	^{63}Ni	^{90}Sr	^{137}Cs
第7段翼(A)	$<4.0 \times 10^{-2}$	$<2.1 \times 10^{-3}$	4.8×10^{-1}	2.6×10^{-1}	3.2×10^{-2}	7.4×10^{-3}
第7段翼(B)	$<4.0 \times 10^{-2}$	$<2.1 \times 10^{-3}$	5.7×10^{-1}	3.6×10^{-1}	3.0×10^{-2}	7.3×10^{-3}
第7段翼(C)	$<6.0 \times 10^{-2}$	$<3.6 \times 10^{-3}$	4.2×10^{-1}	2.3×10^{-1}	3.9×10^{-2}	7.2×10^{-3}
算術平均値	—	—	4.9×10^{-1}	2.8×10^{-1}	3.4×10^{-2}	7.3×10^{-3}



試料採取 箇所	分析値①/②					
	^3H	^{14}C	^{60}Co	^{63}Ni	^{90}Sr	^{137}Cs
基準値② (Bq/g)	100	1	0.1	100	1	0.1
第7段翼(A)	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<2.1 \times 10^{-3}$	4.8	2.6×10^{-3}	3.2×10^{-2}	7.4×10^{-2}
第7段翼(B)	$<4.0 \times 10^{-4}$	$<2.1 \times 10^{-3}$	5.7	3.6×10^{-3}	3.0×10^{-2}	7.3×10^{-2}
第7段翼(C)	$<6.0 \times 10^{-4}$	$<3.6 \times 10^{-3}$	4.2	2.3×10^{-3}	3.9×10^{-2}	7.2×10^{-2}
算術平均値	—	—	4.9	2.8×10^{-3}	3.4×10^{-2}	7.3×10^{-2}

<捕足>

- ・「<」は検出限界値未満を示す。



試料採取箇所	①/②の ^{60}Co に対する比					
	$^3\text{H}/^{60}\text{Co}$	$^{14}\text{C}/^{60}\text{Co}$	^{60}Co	$^{63}\text{Ni}/^{60}\text{Co}$	$^{90}\text{Sr}/^{60}\text{Co}$	$^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$
第7段翼(A)	$<8.3 \times 10^{-5}$	$<4.4 \times 10^{-4}$	1	5.4×10^{-4}	6.7×10^{-3}	1.5×10^{-2}
第7段翼(B)	$<7.0 \times 10^{-5}$	$<3.7 \times 10^{-4}$	1	6.3×10^{-4}	5.3×10^{-3}	1.3×10^{-2}
第7段翼(C)	$<1.4 \times 10^{-4}$	$<8.6 \times 10^{-4}$	1	5.5×10^{-4}	9.3×10^{-3}	1.7×10^{-2}
算術平均値	—	—	1	5.7×10^{-4}	6.9×10^{-3}	1.5×10^{-2}

オ. 先行事例（浜岡5号炉低圧タービンロータ）の核種分析結果

- ・浜岡5号炉低圧タービンロータの主蒸気入口付近にある低圧車軸の第8段及び第8段翼（いずれも除染前）から代表試料を採取し、二次的な汚染部分を用いて放射化学分析を行った。その結果、いずれも ^{60}Co が最も高い値を示した。

（平成25年4月1日時点）

試料採取箇所 (除染前)	分析値① (Bq/g)			
	^{60}Co	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs
基準値②(Bq/g)	0.1	1	0.1	0.1
第8段(A)表面研磨粉	3.4	2.5×10^{-1}	$<2.2 \times 10^{-3}$	3.6×10^{-2}
第8段(B)表面研磨粉	4.1	3.5×10^{-1}	$<6.1 \times 10^{-4}$	3.4×10^{-2}
第8段(C)表面研磨粉	2.3	1.4×10^{-1}	1.2×10^{-3}	2.7×10^{-2}
第8段翼(C)	1.5×10^{-1}	8.7×10^{-3}	$<3.5 \times 10^{-5}$	1.3×10^{-3}



試料採取箇所 (除染前)	分析値 (①/②)			
	^{60}Co	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs
第8段(A)表面研磨粉	3.4×10^1	2.5×10^{-1}	$<2.2 \times 10^{-2}$	3.6×10^{-1}
第8段(B)表面研磨粉	4.1×10^1	3.5×10^{-1}	$<6.1 \times 10^{-3}$	3.4×10^{-1}
第8段(C)表面研磨粉	2.3×10^1	1.4×10^{-1}	1.2×10^{-2}	2.7×10^{-1}
第8段翼(C)	1.5	8.7×10^{-3}	$<3.5 \times 10^{-4}$	1.3×10^{-2}



試料採取箇所 (除染前)	①/②の ^{60}Co に対する比			
	^{60}Co	$^{90}\text{Sr}/^{60}\text{Co}$	$^{134}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$	$^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$
第8段(A)表面研磨粉	1	7.4×10^{-3}	$<6.5 \times 10^{-4}$	1.1×10^{-2}
第8段(B)表面研磨粉	1	8.5×10^{-3}	$<1.5 \times 10^{-4}$	8.3×10^{-3}
第8段(C)表面研磨粉	1	6.1×10^{-3}	5.2×10^{-4}	1.2×10^{-2}
第8段翼(C)	1	5.8×10^{-3}	$<2.3 \times 10^{-4}$	8.7×10^{-3}

カ. 先行事例（浜岡5号炉低圧タービンロータ）における核種組成比

- ・浜岡5号炉低圧タービンロータにおいて、規則33核種から³Hを除いた規則32核種の核種組成比を評価した結果を以下に示す。規則32核種のΣD/Cに対する⁶⁰Coの寄与割合は94%であった。また、浜岡5号炉の代表サンプル（第8段翼）を用いて³Hを分析した結果、検出限界値未満であったことから、規則33核種に対する³Hの寄与割合は無視できると判断した。従って、規則33核種でみても⁶⁰Coの寄与割合は94%であり、主要な核種は⁶⁰Coである。

(平成25年4月1日時点)

	核種 ¹⁾	設定結果 (D) (Bq/g)	基準値 (C) (Bq/g)	D/C (-)
1	³ H	—	100	—
2	¹⁴ C	1.9×10 ⁻²	1	1.9×10 ⁻²
3	³⁶ Cl	2.1×10 ⁻⁶	1	2.1×10 ⁻⁶
4	⁴¹ Ca	2.2×10 ⁻⁸	100	2.2×10 ⁻¹⁰
5	⁴⁶ Sc	2.7×10 ⁻⁹	0.1	2.7×10 ⁻⁸
6	⁵⁴ Mn	2.5×10 ⁻²	0.1	2.5×10 ⁻¹
7	⁵⁸ Fe	1.2×10 ⁰	1000	1.2×10 ⁻³
8	⁵⁹ Fe	2.0×10 ⁻¹⁰	1	2.0×10 ⁻¹⁰
9	⁵⁸ Co	2.2×10 ⁻⁶	1	2.2×10 ⁻⁶
10	⁶⁰ Co	1.0×10 ⁰	0.1	1.0×10 ¹
11	⁶⁹ Ni	5.5×10 ⁻⁴	100	5.5×10 ⁻⁶
12	⁶³ Ni	8.2×10 ⁻²	100	8.2×10 ⁻⁴
13	⁶⁵ Zn	2.0×10 ⁻⁴	0.1	2.0×10 ⁻³
14	⁹⁰ Sr	1.5×10 ⁻¹	1	1.5×10 ⁻¹
15	⁹⁴ Nb	1.6×10 ⁻⁶	0.1	1.6×10 ⁻⁵
16	⁹⁵ Nb	2.0×10 ⁻¹³	1	2.0×10 ⁻¹³
17	⁹⁹ Tc	2.2×10 ⁻⁶	1	2.2×10 ⁻⁶
18	¹⁰⁶ Ru	5.8×10 ⁻³	0.1	5.8×10 ⁻²
19	^{106m} Ag	8.7×10 ⁻⁷	0.1	8.7×10 ⁻⁶
20	^{110m} Ag	1.9×10 ⁻⁵	0.1	1.9×10 ⁻⁴
21	¹²⁴ Sb	8.8×10 ⁻¹⁰	1	8.8×10 ⁻¹⁰
22	^{123m} Te	3.4×10 ⁻⁸	1	3.4×10 ⁻⁸
23	¹²⁹ I	3.2×10 ⁻⁸	0.01	3.2×10 ⁻⁶
24	¹³⁴ Cs	9.5×10 ⁻⁴	0.1	9.5×10 ⁻³
25	¹³⁷ Cs	1.5×10 ⁻²	0.1	1.5×10 ⁻¹
26	¹³³ Ba	3.8×10 ⁻⁵	0.1	3.8×10 ⁻⁴
27	¹⁵² Eu	2.7×10 ⁻⁶	0.1	2.7×10 ⁻⁵
28	¹⁵⁴ Eu	6.2×10 ⁻⁴	0.1	6.2×10 ⁻³
29	¹⁶⁰ Tb	2.9×10 ⁻⁹	1	2.9×10 ⁻⁹
30	¹⁸² Ta	3.4×10 ⁻⁵	0.1	3.4×10 ⁻⁴
31	²³⁹ Pu	9.5×10 ⁻⁵	0.1	9.5×10 ⁻⁴
32	²⁴¹ Pu	3.5×10 ⁻²	10	3.5×10 ⁻³
33	²⁴¹ Am	3.4×10 ⁻⁴	0.1	3.4×10 ⁻³
			規則32核種のΣD/C ²⁾	1.1×10 ¹
			³ Hを除く重要10核種の合計 ²⁾	1.1×10 ¹
			³ Hを除く重要10核種の割合 ²⁾	99%

1) 重要10核種は網掛けしている。
2) ΣD/Cの計算にあたり設定結果(D)の値は端数処理前の値を用いたので、各D/Cを合計しても合計値が合わないことがある。

出典：「浜岡原子力発電所において用いた資材等に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価の方法の認可申請書」(平成25年5月31日付け本原原発第1号にて申請及び平成26年2月3日付け本原原発第44号にて一部補正)(浜岡5号炉低圧タービンロータ)添付図表3-16ページ

2. 評価対象核種の選択

- ・主要核種 ^{60}Co の放射能濃度 (Bq/g) は、対象物の表面汚染密度 (Bq/cm²) に比表面積 (cm²/g) を乗じることによって求めた結果、平均で 8.8×10^{-4} Bq/g、最大で 2.7×10^{-3} Bq/g であり、いずれも基準値の 1/33 (3.0×10^{-3} Bq/g) 以下である。

「評価単位」 No.		1	2	3	4
部位名称		カップリング部	軸受段間	第 14 段間	第 14 段翼取付部
表面汚染密度 (Bq/cm ²)		$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$	8.3×10^{-2}	$<2.6 \times 10^{-2}$
比表面積 (cm ² /g)	(A)	1.9×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	2.0×10^{-2}
	(B)	1.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.1×10^{-2}	2.0×10^{-2}
	(C)	1.5×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	2.0×10^{-2}
放射能 濃度 (Bq/g)	(A)	4.9×10^{-4}	2.6×10^{-4}	9.1×10^{-4}	5.2×10^{-4}
	(B)	4.2×10^{-4}	2.9×10^{-4}	9.1×10^{-4}	5.2×10^{-4}
	(C)	3.9×10^{-4}	2.6×10^{-4}	9.1×10^{-4}	5.2×10^{-4}

「評価単位」 No.		5	6	7	8
部位名称		第 13-14 段間	第 13 段翼取付部	第 12-13 段間	第 11-12 段間
表面汚染密度 (Bq/cm ²)		$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$
比表面積 (cm ² /g)	(A)	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.4×10^{-2}
	(B)	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.4×10^{-2}
	(C)	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.4×10^{-2}
放射能 濃度 (Bq/g)	(A)	5.2×10^{-4}	4.9×10^{-4}	4.2×10^{-4}	3.6×10^{-4}
	(B)	5.2×10^{-4}	4.9×10^{-4}	4.2×10^{-4}	3.6×10^{-4}
	(C)	5.2×10^{-4}	4.9×10^{-4}	4.2×10^{-4}	3.6×10^{-4}

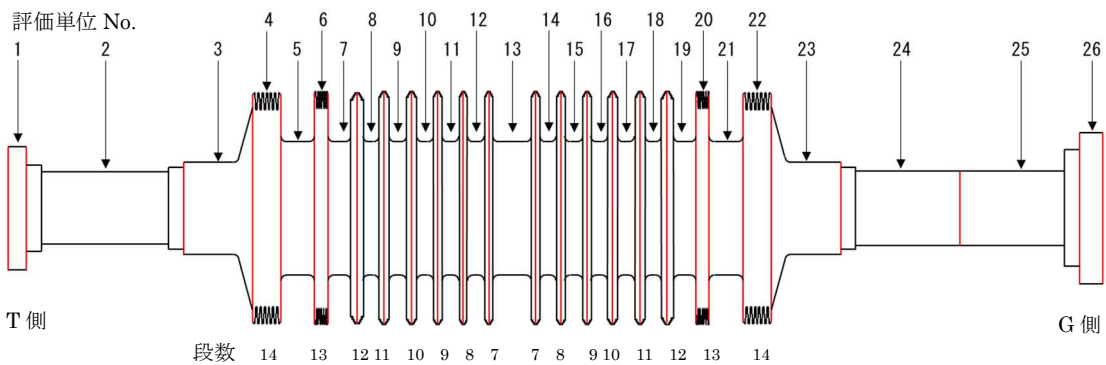
「評価単位」 No.		9	10	11	12
部位名称		第 10-11 段間	第 9-10 段間	第 8-9 段間	第 7-8 段間
表面汚染密度 (Bq/cm ²)		$<2.6 \times 10^{-2}$	1.7×10^{-1}	1.7×10^{-1}	1.7×10^{-1}
比表面積 (cm ² /g)	(A)	1.4×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}
	(B)	1.4×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}
	(C)	1.4×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}
放射能 濃度 (Bq/g)	(A)	3.6×10^{-4}	2.6×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.7×10^{-3}
	(B)	3.6×10^{-4}	2.6×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.7×10^{-3}
	(C)	3.6×10^{-4}	2.6×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.7×10^{-3}

「評価単位」 No.		13	14	15	16
部位名称		第7-7段間	第7-8段間	第8-9段間	第9-10段間
表面汚染密度 (Bq/cm ²)		2.9×10^{-2}	1.7×10^{-1}	1.7×10^{-1}	1.7×10^{-1}
比表面積 (cm ² /g)	(A)	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.5×10^{-2}
	(B)	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.5×10^{-2}
	(C)	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.5×10^{-2}
放射能 濃度 (Bq/g)	(A)	3.5×10^{-4}	2.7×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.6×10^{-3}
	(B)	3.5×10^{-4}	2.7×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.6×10^{-3}
	(C)	3.5×10^{-4}	2.7×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.6×10^{-3}

「評価単位」 No.		17	18	19	20
部位名称		第10-11段間	第11-12段間	第12-13段間	第13段翼取付部
表面汚染密度 (Bq/cm ²)		$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$
比表面積 (cm ² /g)	(A)	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.9×10^{-2}
	(B)	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.9×10^{-2}
	(C)	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.9×10^{-2}
放射能 濃度 (Bq/g)	(A)	3.6×10^{-4}	3.6×10^{-4}	4.2×10^{-4}	4.9×10^{-4}
	(B)	3.6×10^{-4}	3.6×10^{-4}	4.2×10^{-4}	4.9×10^{-4}
	(C)	3.6×10^{-4}	3.6×10^{-4}	4.2×10^{-4}	4.9×10^{-4}

「評価単位」 No.		21	22	23	24
部位名称		第13-14段間	第14段翼取付部	第14段間	軸受段間
表面汚染密度 (Bq/cm ²)		$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$	8.2×10^{-2}	$<2.6 \times 10^{-2}$
比表面積 (cm ² /g)	(A)	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	8.7×10^{-3}
	(B)	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	8.7×10^{-3}
	(C)	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	8.3×10^{-3}
放射能 濃度 (Bq/g)	(A)	5.2×10^{-4}	5.2×10^{-4}	9.0×10^{-4}	2.3×10^{-4}
	(B)	5.2×10^{-4}	5.2×10^{-4}	9.0×10^{-4}	2.3×10^{-4}
	(C)	5.2×10^{-4}	5.2×10^{-4}	9.0×10^{-4}	2.2×10^{-4}

「評価単位」No.		25	26
部位名称		軸受段間	カップリング部
表面汚染密度 (Bq/cm ²)		$<2.6 \times 10^{-2}$	$<2.6 \times 10^{-2}$
比表面積 (cm ² /g)	(A)	1.0×10^{-2}	1.5×10^{-2}
	(B)	1.0×10^{-2}	1.5×10^{-2}
	(C)	9.1×10^{-3}	1.4×10^{-2}
放射能 濃度 (Bq/g)	(A)	2.6×10^{-4}	3.9×10^{-4}
	(B)	2.6×10^{-4}	3.9×10^{-4}
	(C)	2.4×10^{-4}	3.6×10^{-4}



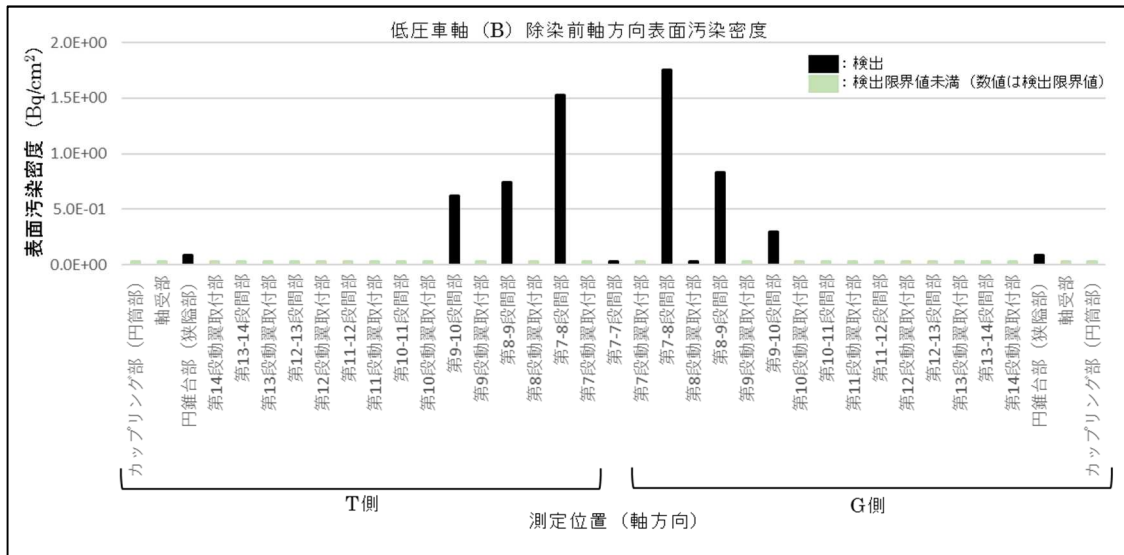
<補足>

- ・「評価単位」の詳細は「添付書類四」に示すとおりである。
- ・表面汚染密度の測定結果が検出限界値未満の場合、検出限界値を用いて放射能濃度を算出した。
- ・表中の (A) ~ (C) は低圧車軸 (A) ~ (C) を示す。

3. サンプルング測定

(1) 対象物の表面汚染密度分布 (軸方向)

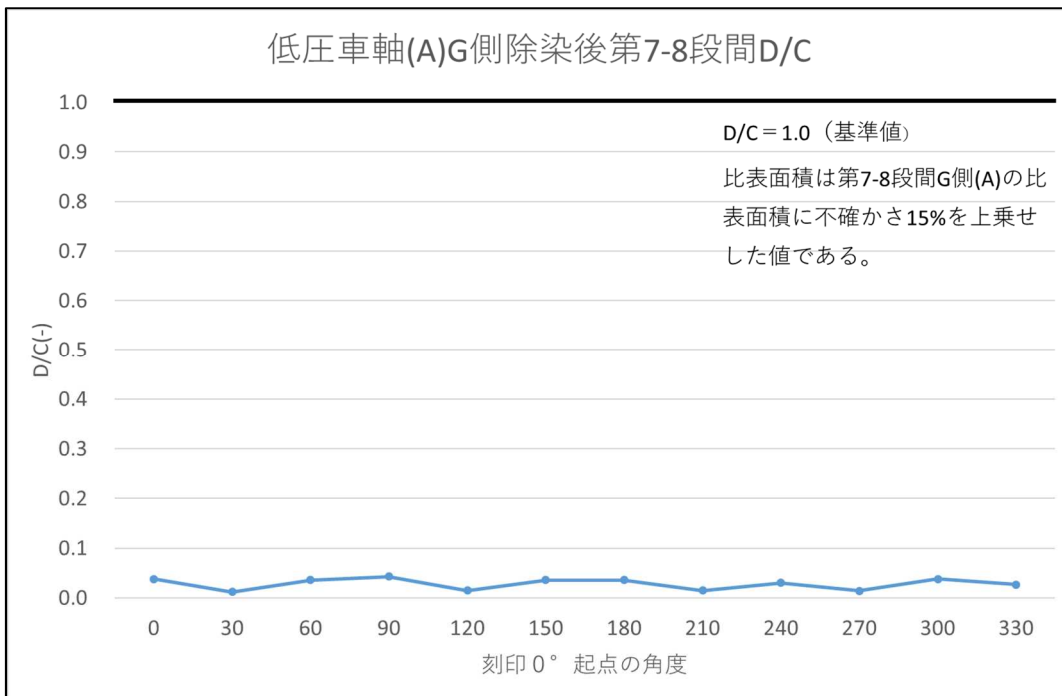
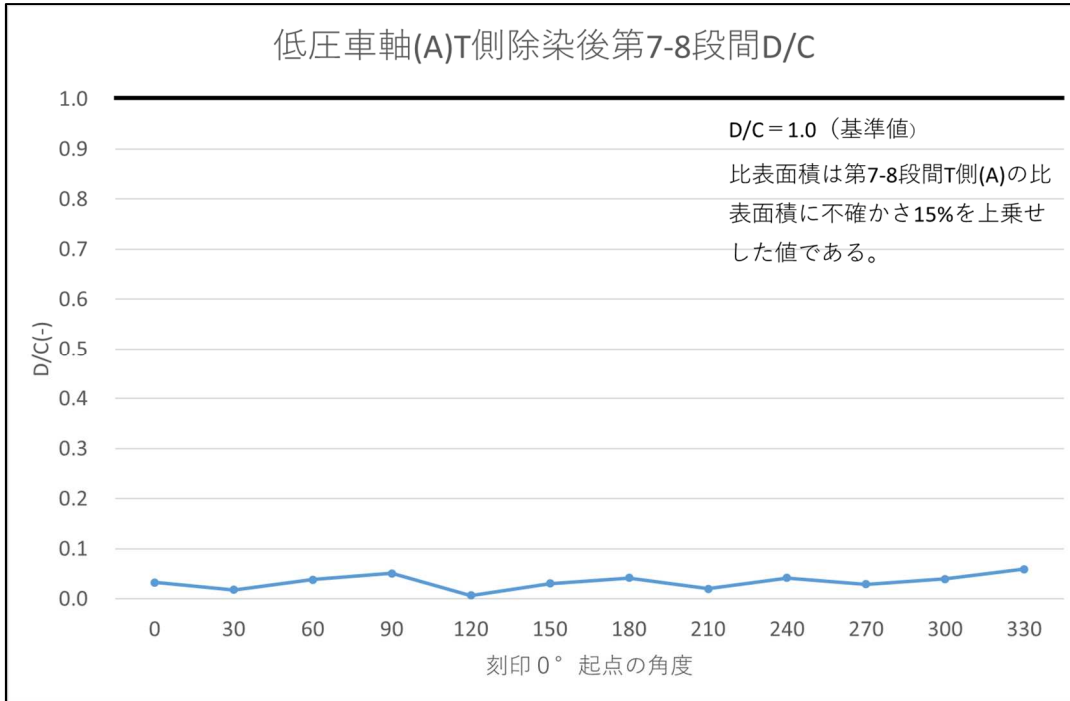
- ・ 低圧車軸間の確認で表面汚染密度が最大であった低圧車軸 (B) を測定対象とし、軸方向の各部位の代表点 (0° 位置) を測定した。測定結果は以下のとおりであり、主蒸気入口付近 (低圧車軸の中心部) が高く、下流側に向けて低くなる傾向を示す。



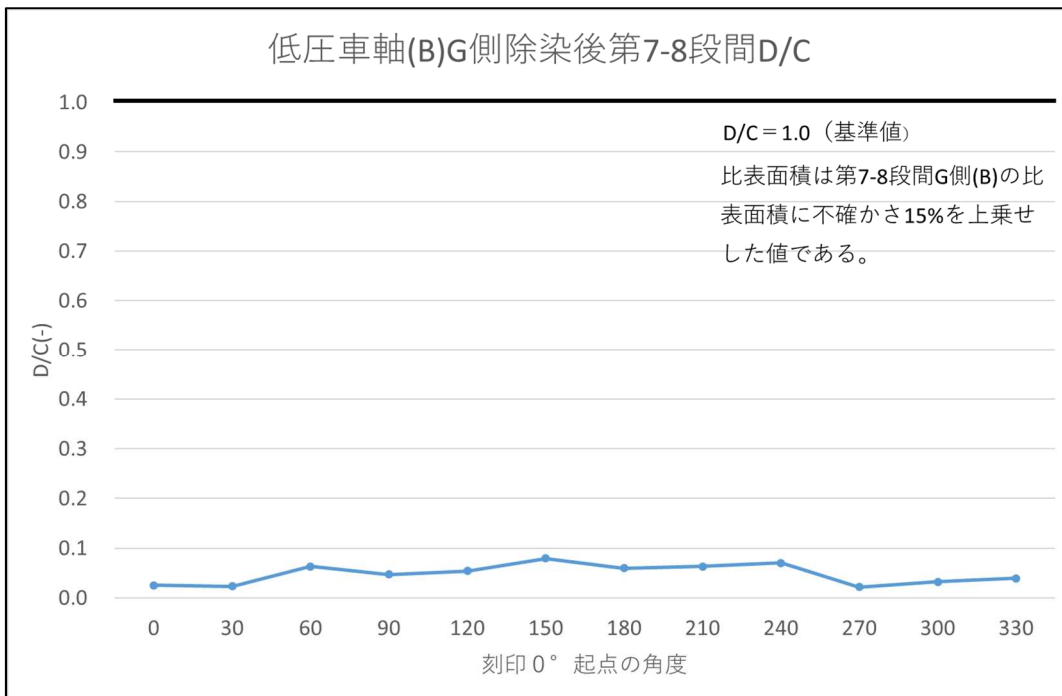
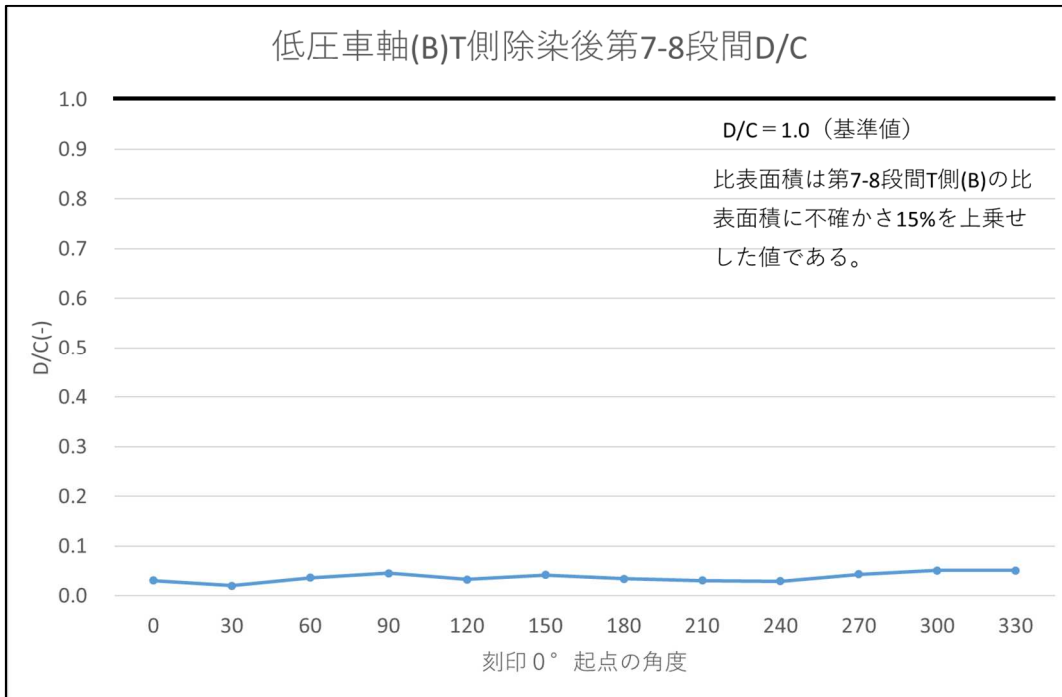
(2) 対象物の表面汚染密度分布 (周方向)

- ・ 除染前に汚染が顕著に確認された主蒸気入口付近 (第 7-8 段間) の除染後における周方向の汚染状況 (表面汚染密度) を放射能濃度 (D/C) に換算した結果を以下に示す。測定点毎に多少の差異はあるものの、基準値の 1/10 程度のレベルで同程度である。

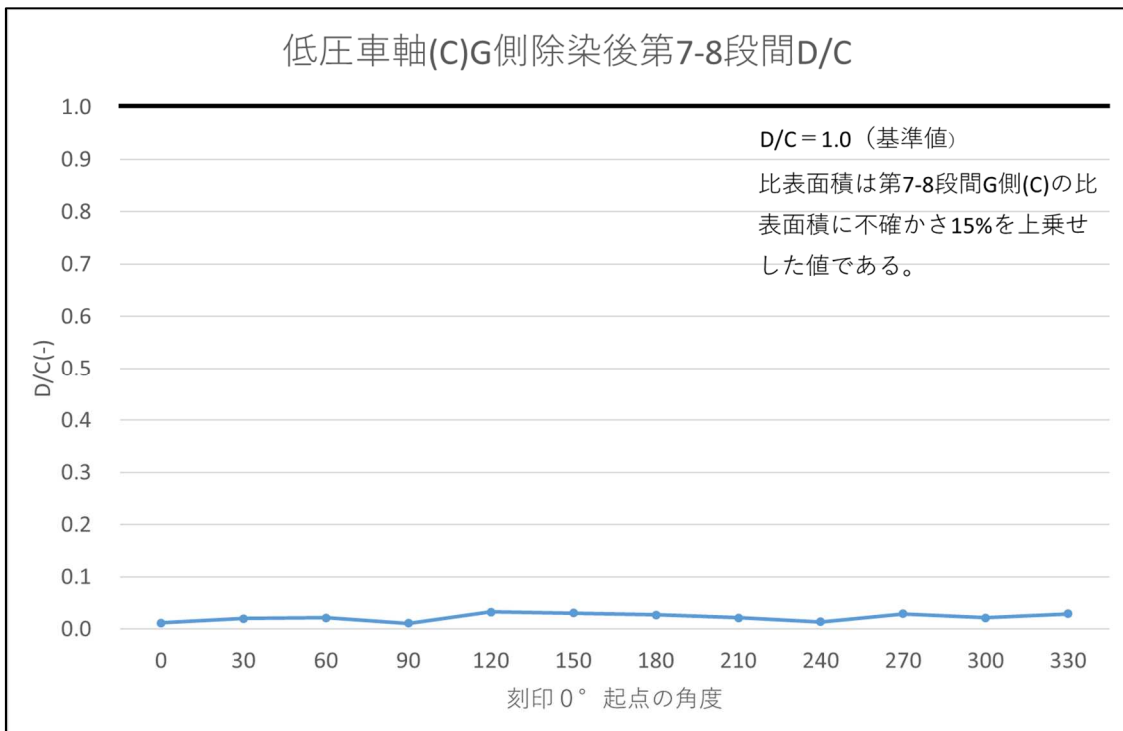
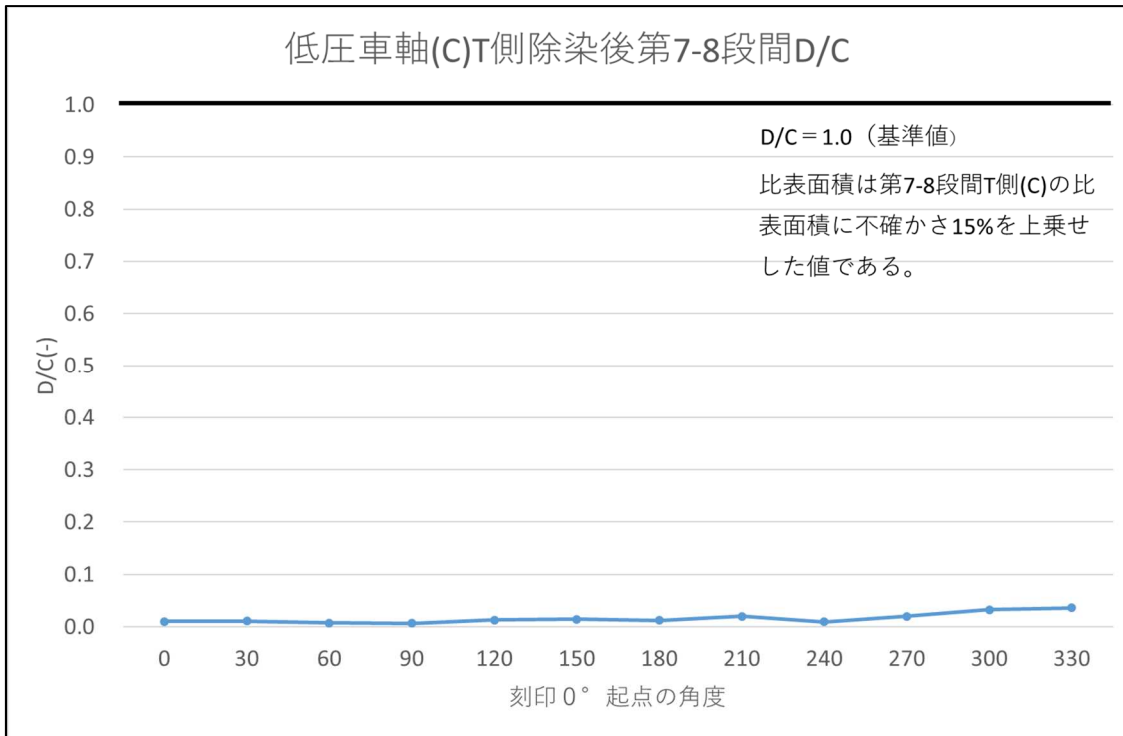
(1) 低圧車軸 (A)



(2) 低圧車軸 (B)



(3) 低圧車軸 (C)



以上

浜岡 4 号炉低圧車軸クリアランス認可申請書の基本ロジック

- ・対象物は、浜岡 4 号炉の修理により取り外した低圧車軸 (A) ~ (C) の 3 軸 (合計重量 334 トン) であり、材質は金属、除染済みである。対象物は原子炉初起動 (平成 4 年 12 月 12 日) から第 13 サイクル原子炉停止時 (平成 23 年 5 月 13 日) までの 5,246 日間 (実効運転期間) 使用した。
- ・低圧車軸はタービン建屋で使用していたことから、中性子の照射を受けて放射性物質が生成されることによる汚染 (放射化汚染) に関しては、原子炉からの直接線やストリーミング線の影響はなく、放射化汚染をもたらす中性子線は主蒸気中の ^{17}N 線となる。浜岡 4 号炉の第 7 段翼 (主蒸気密度が最も高く主蒸気中の中性子源 ^{17}N の放射能濃度が最も高い主蒸気入口付近にあり、主蒸気に直接曝される第 7 段翼の二次的な汚染を除去したもの) を代表サンプルとして、放射化汚染による放射能濃度を分析した結果、汚染は検出されなかった。これは先行事例 (浜岡 5 号炉低圧タービンロータ) でも同様である。以上より、放射化汚染は無視でき、評価対象核種の選択対象とする必要はないと判断した。
- ・主蒸気中に含まれる放射性物質が付着することによる汚染 (二次的な汚染) は、一次冷却設備から溶解した腐食生成物や炉内の構造材に微量元素として存在するウラン等が炉心中性子により放射化されることによって放射性物質が生成され、原子炉内で浄化されながら主蒸気に移行して低圧車軸に付着及び減衰することによって生じる。対象物が使用されていた期間、放射性物質による汚染に影響を及ぼすような事故及び燃料破損がなかったことから、FP 核種の影響は僅かであり、CP 核種が主である。CP 核種は、材料の組成から ^{60}Co が主要な核種となる。これは運転中に原子炉水中で顕著に検出される核種が ^{60}Co であること、事前調査 (対象物の除染後における表面汚染サーベイ等) 及び先行事例から明らかである。
- ・主要核種 ^{60}Co の放射能濃度は、事前調査に基づき求めた結果、D/C (^{60}Co) で 1/33 以下であった。従って、 ^{60}Co 以外の核種の放射能濃度は僅かと判断し、評価対象核種は ^{60}Co の 1 核種とする。
- ・二次的な汚染は、主蒸気が低圧車軸の中心部から入り下流側に向かって膨張しながら流れることから、主蒸気入口付近 (低圧車軸の中心部) が高く、下流側に向けて低くなる傾向を示す。また対象物は回転体であることから、周方向では基準値を下回るレベルで均一な汚染の傾向を示す。これを踏まえ、「評価単位」は軸方向に同一構造となる箇所を分割して 10 トン以下となるように設定し、「測定単位」は汚染の均一性を考慮して周方向に分割して設定する。
- ・二次的な汚染の測定は、周方向で均一な汚染の傾向を示すことから、「測定単位」の一つを代表として測定し、その結果を基に「評価単位」の放射能濃度を決定する。
- ・測定装置は、原則、 ^{60}Co が放出する γ 線測定によく用いられる汎用の Ge 半導体検出器とし、検出器が近接できない箇所は NaI シンチレーションサーベイメータ等で測定を行う。
- ・ ^{60}Co の放射能濃度の測定では、測定条件の不確かさを考慮する。「評価単位」の評価対象核種の D/C (^{60}Co) が 1 以下となることを確認し、国の確認を受ける。

以上

汚染状況の調査結果のエビデンス

「放射化汚染による放射能濃度を分析した結果、汚染は検出されなかった。これは先行事例（浜岡 5 号炉低圧タービンロータ）でも同様である。」

- ① 浜岡 4 号炉代表サンプルの放射能濃度の測定結果（放射化汚染）
- ② 先行事例（浜岡 5 号炉低圧タービンロータ）における代表サンプルの放射能濃度の測定結果（放射化汚染）

「これ（Co-60 が主要核種であること）は運転中に原子炉水中で顕著に検出される核種が⁶⁰Co であること、事前調査（対象物の除染後における表面汚染サーベイ等）及び先行事例から明らかである。」

- ③ 浜岡 4 号炉原子炉水の分析結果
 - ・ Co-60 分析結果、I-131 分析結果
 - ・ 核種分析
- ④ 浜岡 4 号炉代表サンプルの二次的な汚染の核種分析結果
- ⑤ 先行事例（浜岡 5 号炉低圧タービンロータ）の代表サンプルの核種分析結果
- ⑥ 先行事例（浜岡 5 号炉低圧タービンロータ）核種組成比の評価結果

「主要核種⁶⁰Co の放射能濃度は、事前調査に基づき求めた結果、D/C（⁶⁰Co）で 1/33 以下であった。従って、⁶⁰Co 以外の核種の放射能濃度は僅かと判断し、評価対象核種は⁶⁰Co の 1 核種とする。」

- ⑦ 対象物（部位毎）の Co-60 放射能濃度の評価結果

「主蒸気入口付近（低圧車軸の中心部）が高く、下流側に向けて低くなる傾向を示す。」

- ⑧ 対象物の表面汚染密度分布（軸方向）

「また対象物は回転体であることから、周方向では基準値を下回るレベルで均一な汚染の傾向を示す。」

- ⑨ 対象物の表面汚染密度分布（周方向）

以 上