

2020年 9 月 7 日
中国電力株式会社

放射化汚染の評価について（コメント回答）

年月日	指摘事項
令和 2 年 6 月 26 日	放射化汚染の検討結果について，原子炉冷却材中の O-17 が，炉心部において放射化され生成される N-17 による放射化汚染の影響も踏まえた検討結果を説明すること。

【回答】

放射能濃度確認対象物である低圧タービンのダイヤフラムと内部車室について，放射化汚染による影響を考慮する必要はないとした評価方法について以下に示す。

1. 放射化汚染の評価

1.1 評価手順

放射化汚染については，放射能濃度確認対象物が低圧タービン系であることから，中性子線源を原子炉冷却材（主蒸気）中の N-17 として評価した。

評価する材質は，放射能濃度確認対象物の構造材として使用されている炭素鋼，ステンレス鋼及び合金鋼とした。

(1) 中性子束

放射化計算の入力パラメータである中性子束を次のとおり設定する。

中性子束は，1 号炉及び 2 号炉の低圧タービンへの影響が考えられる機器や配管の形状や線源スペクトル等に基づき，一次元 Sn 輸送計算コード「ANISN」⁽¹⁾を用いて計算により評価した。

中性子束評価は，中性子源となる機器の評価モデル，入力パラメータを設定して評価した。評価モデルは，1 号炉及び 2 号炉とも主蒸気系配管，高圧タービン，湿分分離器，低圧タービン及び高圧タービンから低圧タービンま

での配管を中性子源として考慮し、低圧タービンの表面を評価点に設定した。

評価モデル及び設定条件を第 1 図「中性子束評価の評価モデル」、第 1 表「炭素鋼の組成」及び第 2 表「ステンレス鋼の組成」に示す。

実際に考慮する中性子源の選定にあたっては、上記の「ANISN」による中性子線量当量率の計算結果とタービン周辺のレムカウンタによる実測値とを比較し、放射化汚染が保守的となるように線源を選定した。

中性子束評価に係る条件である構成材料、線源スペクトルを以下に示す。

構成材料の組成は号炉毎に設定した。1 号炉は、蒸気の成分が不明なため、保守的に空気を設定した。2 号炉は、設計値より蒸気を設定した。号炉毎の構成材料の組成を第 3 表「中性子束評価における構成材料の組成」に示す。

線源スペクトルは、N-17 の β 崩壊に伴い発生する中性子エネルギースペクトルに N-17 放射能濃度を乗じた値である。N-17 の β 崩壊に伴い発生する中性子エネルギースペクトルは、Table of Isotopes⁽²⁾ に記載されている値とし、MATXSLIB-J33 ライブラリ⁽³⁾ の中性子 175 群のエネルギー群構造を使用した。N-17 放射能濃度は 1 号炉は、N-16 放射能濃度に換算係数を乗じて求めた。2 号炉は、主蒸気ノズル部の N-17 放射能濃度に各線源への到達時間を考慮して求めた。具体的には、主蒸気ノズル部の N-17 放射能濃度に N-17 の壊変定数を考慮して、比容積を考慮して求めた。

評価点である低圧タービン表面における中性子束の評価に当たり、低圧タービン本体のみを線源として評価した。低圧タービンの線源スペクトル等の評価結果を第 4 表「低圧タービンの線源スペクトル」に示す。また、タービン周辺の中性子線量率の評価結果と中性子線量の測定結果との比較を第 2 図「中性子線の計算結果と測定結果の比較」に示す。

1 号炉は、T1、T6 及び T7、2 号炉は、T4～T6 が低圧タービンである。低圧タービンのみを線源とした計算結果は、測定結果に対し、1 号炉は 2 桁程度、2 号炉は 1 桁程度高い。上流側からの寄与が含まれる測定結果と比較して、評価結果は十分保守的であることから、評価にあたっては、上流側の線源は考慮せずに低圧タービン本体からの中性子束のみを考慮した。

1号炉及び2号炉の低圧タービンの中性子束を一次元 Sn 輸送計算コード「ANISN」を用いて計算した結果を第5表「中性子束の評価結果（まとめ）」に、内訳を第6表「中性子束の評価結果」に示す。

(2) 放射化量の計算

放射化汚染による放射性物質濃度の計算には、放射性物質生成崩壊計算コード ORIGIN-S⁽⁴⁾（以下「ORIGIN-S」という。）を使用し、第7表「放射化汚染の評価の前提条件」に示す中性子束、中性子照射履歴及び構造材の元素組成等を用いて、推定放射化量を算定し放射性物質濃度を評価する。放射化断面積については、ENDF/B-V 及び ENDF/B-VI を出典としている ORIGIN-S (Scale 5.1) に付属している放射化ライブラリを使用した。中性子照射期間終了後の、冷却期間における減衰補正については、各評価対象核種の半減期を考慮して評価した。

a. 中性子照射履歴

1号炉の放射能濃度確認対象物は、第18サイクル終了後に発生した低圧内部車室に加えて第18サイクル、第19サイクル及び第20サイクル終了後に発生した低圧ダイヤフラムであるため、中性子照射履歴は、第20サイクル終了時点の実効運転時間を切り上げ、17年連続照射の条件とした。

2号炉の放射能濃度確認対象物は、第17サイクル終了後に発生した低圧内部車室と低圧ダイヤフラムであるため、中性子照射履歴は、第17サイクル終了時点の実効運転時間を切り上げ、19年連続照射の条件とした。

1号炉及び2号炉の実効運転時間を第8表「実行運転時間」に示す。

b. 構造材の元素組成

放射能濃度確認対象物の主要な構造材は、1号炉ではステンレス鋼（12Cr 鋼（ノズル 14 段））、合金鋼（Cr 鋳鋼・合金鋳鉄）及び炭素鋼、2号炉ではステンレス鋼（12Cr 鋼（11～13 段））、合金鋼（2.25Cr-1Mo 鋼板）及び炭素鋼である。各元素組成の設定結果を第9表「構造材の元素組成」に示す。

また、それぞれの材料の元素組成の設定に当たっては、主要材料の内、ミルシートに組成の記載のある主要元素についてはミルシート値を設定した。ミルシートに記載のない元素については、原子炉構造材で使用している材料を基に 1 号炉においては SUS304, 2 号炉においては SUS316L の組成で設定した。これらの材料の元素組成は、同等のコールド材料を用いた定量分析結果、文献値・規格値を基に設定した。しかし、文献値が無く、定量分析値を取得していない元素については、1,000ppm 存在すると仮定し元素組成を設定した。なお、微量元素の検出値が 1,000ppm 未満のため、1 桁あげて 1,000ppm に設定した。分析値を取得した元素については、分析データの 99%信頼区間の上限値を中心とした対数正規分布の平均に相当する値を設定した。また、分析結果が検出限界未満の元素は検出限界値を設定した。

c. 放射性物質濃度の計算

放射性物質濃度の計算は ORIGEN-S を用いた。

(3) 評価の妥当性

a. 中性子条件の妥当性

中性子束評価結果は、中性子線量の測定結果との比較により妥当性を確認した。第 2 図「中性子線の計算結果と測定結果の比較」に「ANISN」により求めた中性子線量とレムカウンタにより測定した測定結果の比較を示す。

1 号炉は、T1, T6 及び T7 が低圧タービンであり、計算結果は測定結果に対し 2 桁程度高い。2 号炉は、T4～T6 が低圧タービンであり、計算結果は測定結果に対し 1 桁程度高く、各号炉とも計算結果は高めに評価されており放射化汚染の放射能濃度を評価するに当たり妥当である。

b. 元素組成の妥当性

構造材の元素組成は、(2) b. に記載のとおり設定しており、炭素鋼を除いて放射能濃度確認対象物のミルシートに記載がある主要元素については

ミルシート値を採用した。炭素鋼及びその他の構造材の主要元素以外の元素については、定量分析結果、文献値・規格値を基に設定した。これらについては、放射能濃度確認対象物自体の値ではないため、その妥当性を以下のとおり確認する。

① 各構造材の元素組成の設定値

ステンレス鋼についてはミルシートに記載のある元素についてはミルシート記載値を設定しており、放射能濃度確認対象物自体の組成である。ミルシートに記載のない元素については、製造時に管理されず、意図的な変動がない元素であるため、同様の製造工程となるステンレス鋼の組成を設定した。なお、ステンレス鋼については主要な原子炉構造材と同等となるように選択し、1号炉については SUS304、2号炉については SUS316L とした。

合金鋼については、ミルシートに記載のある元素についてはミルシート記載値を設定しており、放射能濃度確認対象物自体の組成である。ミルシートに記載のない元素については、製造時に管理されず、意図的な変動がない元素であるため、炭素鋼の組成を用いた。放射能濃度確認対象物に使用している合金鋼は低合金鋼であり、炭素鋼に微量に添加元素が加えられたものである。

炭素鋼については、原子力発電所で使用される炭素鋼の組成として一般的に使用されている文献値⁽⁵⁾⁽⁶⁾を基に設定した。なお、これらの構造材の設定値は放射化汚染の放射能濃度が最も高くなる構造材の選定に利用するため、上記の標準的な組成とすることは妥当である。

② 1号炉ステンレス鋼の組成について

①より設定した元素組成により求めた基準に対する比を第10表「放射化汚染の評価結果（D／C）」に示す。

全ての構造材の中で、 $\Sigma D/C$ が最も大きくなるのは、評価開始時点にお

ける 1 号炉のステンレス鋼である。この内、99.9%は Co-60 によるため、その主要な親元素である Co の設定値について確認する。

1 号炉のステンレス鋼における Co 成分はミルシートに記載がなく管理される元素ではない。従って、その組成は同じステンレス鋼である SUS304 の設定値を用いた。SUS304 の Co の設定値は同等のコールド材料を用いた定量分析結果の 99%信頼区間の上限値を中心とした対数正規分布の平均に相当する値を設定しており、結果として評価される放射能濃度は高くなる。

以上のことから、元素組成については、放射化汚染による放射能濃度の評価が高めになるように設定しており妥当である。

c. 評価に用いる放射性物質生成崩壊計算コードの妥当性

ORIGEN-S(Scale 5.1)コードは、米国規制委員会(NRC)の依頼で開発された SCALE Version5.1 システムで構成される一つのコードとして、国内において使用実績のあるコードである。

1.2 放射化汚染の評価結果

放射化汚染の放射能濃度の評価結果を第 11 表「放射化汚染の評価結果(放射能濃度)」, 基準値に対する比を第 10 表「放射化汚染の評価結果(D/C)」に示す。 $\Sigma D/C$ については評価開始予定時点である 2021 年 4 月から評価終了予定時点である 2046 年 3 月までの期間において、1 号炉の評価結果は最大で である。2 号炉の評価結果は最大で である。

「原子力施設におけるクリアランスレベル検認のあり方(平成 13 年 原子力安全委員会)」において、放射化汚染がないことが明らかであることの判断の一例として、中性子線量当量率が $6.25 \mu\text{Sv/h}$ を下回る場合が示されており、その理由として当該線量当量率の場合に $\Sigma D/C$ が 1 に比べて十分低い値である 0.05 程度であることが示されている。

放射能濃度確認対象物の放射化汚染による $\Sigma D/C$ の評価結果は最大でも

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

であり、1 に比べて十分低い値であることから、放射化汚染の影響を考慮する必要はないと判断した。

なお、万が一評価結果を超える放射化汚染があったとしても、放射化汚染についても主要な放射性核種は Co-60 であり、これは二次的汚染による評価対象核種として選定する核種と同じである。

Co-60 については、実際の検認に当たり測定装置により検出された放射線が全て二次的汚染由来のものとして不確かさを考慮するが、不確かの設定に当たっては、自己遮蔽を考慮し、測定対象物の中心に汚染が集中している条件で設定しており、仮に一様な汚染である放射化汚染があったとしても、測定装置による測定結果は、その放射能濃度を包含したものとなることから、基準を超過するものを検認することはない。

以上の結果から、放射能濃度確認対象物の放射化汚染について、測定時には考慮せず、二次的汚染として評価することとする。

以上

第 1 表 炭素鋼の組成

材 質		炭素鋼	JAERI-M6928	同位体存在度
密度 (g/cm ³)		7.845	7.845	—
天然同位体	C	1.0600×10^{-3}	1.0600×10^{-3} (C)	※ 1
	Si-28	3.5690×10^{-4}	3.8700×10^{-4} (Si)	0.92223※ ²
	Si-29	1.8131×10^{-5}	3.8700×10^{-4} (Si)	0.04685※ ²
	Si-30	1.1966×10^{-5}	3.8700×10^{-4} (Si)	0.03092※ ²
	Mn-55	6.8800×10^{-4}	6.8800×10^{-4} (Mn)	1.00000※ ²
	Fe-54	4.8806×10^{-3}	8.3500×10^{-2} (Fe)	0.05845※ ²
	Fe-56	7.6615×10^{-2}	8.3500×10^{-2} (Fe)	0.91754※ ²
	Fe-57	1.7694×10^{-3}	8.3500×10^{-2} (Fe)	0.02119※ ²
	Fe-58	2.3547×10^{-4}	8.3500×10^{-2} (Fe)	0.00282※ ²

※ 1 MATXSLIB-J33 ライブラリの仕様により同位体毎に入力する必要がないので，JAERI-M6928⁽⁷⁾の記載値（空気）を摘要する。

※ 2 （出典）理科年表（国立天文台）

第2表 ステンレス鋼の組成

材 質		ステンレス鋼	JAERI-M6928	同位体存在度
密度 (g/cm ³)		7.91	7.91	—
天然同位体	C	3.1729×10^{-4}	3.1729×10^{-4} (C)	※1
	Si-28	1.5643×10^{-3}	1.6962×10^{-3} (Si)	0.92223 ^{※2}
	Si-29	7.9467×10^{-5}	1.6962×10^{-3} (Si)	0.04685 ^{※2}
	Si-30	5.2447×10^{-5}	1.6962×10^{-3} (Si)	0.03092 ^{※2}
	P-31	6.9211×10^{-5}	6.9211×10^{-5} (P)	1.00000 ^{※2}
	S-32	4.2339×10^{-3}	4.4572×10^{-5} (S)	0.94990 ^{※2}
	S-33	3.3429×10^{-5}	4.4572×10^{-5} (S)	0.00750 ^{※2}
	S-34	1.8943×10^{-4}	4.4572×10^{-5} (S)	0.04250 ^{※2}
	S-36	4.4572×10^{-7}	4.4572×10^{-5} (S)	0.00010 ^{※2}
	Cr-50	7.5638×10^{-4}	1.7408×10^{-2} (Cr)	0.04345 ^{※2}
	Cr-52	1.4586×10^{-2}	1.7408×10^{-2} (Cr)	0.83789 ^{※2}
	Cr-53	1.6539×10^{-3}	1.7408×10^{-2} (Cr)	0.09501 ^{※2}
	Cr-54	4.1170×10^{-4}	1.7408×10^{-2} (Cr)	0.02365 ^{※2}
	Mn-55	1.7343×10^{-3}	1.7343×10^{-3} (Mn)	1.00000 ^{※2}
	Fe-54	3.3826×10^{-3}	5.7872×10^{-2} (Fe)	0.05845 ^{※2}
	Fe-56	5.3100×10^{-2}	5.7872×10^{-2} (Fe)	0.91754 ^{※2}
	Fe-57	1.2263×10^{-3}	5.7872×10^{-2} (Fe)	0.02119 ^{※2}
	Fe-58	1.6320×10^{-4}	5.7872×10^{-2} (Fe)	0.00282 ^{※2}
	Ni-58	5.5221×10^{-3}	8.1116×10^{-3} (Ni)	0.680769 ^{※2}
	Ni-60	2.1271×10^{-3}	8.1116×10^{-3} (Ni)	0.262231 ^{※2}
	Ni-61	9.2464×10^{-5}	8.1116×10^{-3} (Ni)	0.011399 ^{※2}
	Ni-62	2.9482×10^{-4}	8.1116×10^{-3} (Ni)	0.036345 ^{※2}
	Ni-63	7.5081×10^{-5}	8.1116×10^{-3} (Ni)	0.009256 ^{※2}

※1 MATXSLIB-J33 ライブラリの仕様により同位体毎に入力する必要がないので、JAERI-M6928 の記載値を摘要する。

※2 (出典) 理科年表 (国立天文台)

第3表 中性子束評価における構成材料の組成（1／2）
（1号炉）

対象系統（配管）		①主蒸気～高圧タービン ②高圧タービン～湿分分離器 ③湿分分離器～低圧タービン		
対象系統（機器）		④高圧タービン ⑤湿分分離器 ⑥低圧タービン		
構成材		空気※1	JAERI-M6928の 記載値（空気）	同位体存在度※5
密度（g/cm ³ ）		$1.2049 \times 10^{-3} \text{※3}$	$1.2049 \times 10^{-3} \text{※3}$	—
天然同位体	H-1	$7.1983 \times 10^{-9} \text{※2}$	7.1991×10^{-9} (H)	0.999885
	H-2	$8.2790 \times 10^{-13} \text{※2}$	7.1991×10^{-9} (H)	0.000115
	C※4	$7.5847 \times 10^{-9} \text{※2}$	7.5847×10^{-9} (C)	※4
	N-14	$3.8957 \times 10^{-5} \text{※2}$	3.9099×10^{-5} (N)	0.99636
	N-15	$1.4232 \times 10^{-7} \text{※2}$	3.9099×10^{-5} (N)	0.00364
	O-16	$1.0512 \times 10^{-5} \text{※2}$	1.0538×10^{-5} (O)	0.99757

※1 保守的に空気を設定する。

※2 原子個数密度を示す。JAERI-M6928 の記載値（空気）に同位体存在度を乗じて求める。

※3 出典は JAERI-M6928 の空気より。

※4 MATXSLIB-J33 ライブラリの仕様により同位体毎に入力する必要がないので、JAERI-M6928 の記載値（空気）を摘要する。

※5 （出典）理科年表（国立天文台）

第3表 中性子束評価における構成材料の組成（2／2）
（2号炉）

対象系統（配管）		①主蒸気～高圧タービン	②高圧タービン～湿分分離器	③湿分分離器～低圧タービン	—	—
対象系統（機器）		—	—	⑤湿分分離器	④高圧タービン	⑥低圧タービン
構成材		蒸気	蒸気	蒸気	蒸気	蒸気
密度（g/cm ³ ）		$3.4602 \times 10^{-2} \text{※1}$	$8.4034 \times 10^{-3} \text{※1}$	$7.3529 \times 10^{-3} \text{※1}$	$3.1447 \times 10^{-2} \text{※1}$	$4.2194 \times 10^{-5} \text{※1}$
天然同位体	H-1	$2.3132 \times 10^{-3} \text{※2}$	$5.6177 \times 10^{-4} \text{※2}$	$4.9155 \times 10^{-4} \text{※2}$	$2.1022 \times 10^{-3} \text{※2}$	$2.8207 \times 10^{-6} \text{※2}$
	H-2	$2.6605 \times 10^{-7} \text{※2}$	$6.4611 \times 10^{-8} \text{※2}$	$5.6535 \times 10^{-8} \text{※2}$	$2.4178 \times 10^{-7} \text{※2}$	$3.2442 \times 10^{-10} \text{※2}$
	C	—	—	—	—	—
	N-14	—	—	—	—	—
	N-15	—	—	—	—	—
	O-16	$1.1539 \times 10^{-3} \text{※2}$	$2.8024 \times 10^{-4} \text{※2}$	$2.4521 \times 10^{-4} \text{※2}$	$1.0487 \times 10^{-3} \text{※2}$	$1.4071 \times 10^{-6} \text{※2}$

※1 JAERI-M6928 に蒸気の密度がないため、文献値（2号炉の設計値）を摘要

※2 原子個数密度を示す。JAERI-M6928 に蒸気の組成値の記載がないため、下表のとおり水の組成値に同位体存在度（1号炉に記載の同位体存在度）と蒸気／水の密度（水の密度はJAERI-M6928の
おける密度 0.9982 g/cm³）の比を乗じて補正

	H-1	H-2	O-16
水の組成値 JAERI-M6928	6.67382×10^{-2} (H)	6.67382×10^{-2} (H)	3.33698×10^{-2} (O)

第4表 低圧タービンの線源スペクトル

	N-17 濃度※ ¹ (Bq/cm ³)	線源スペクトル (n/cm ³) ※ ²			
		53 群	60 群	65 群	80 群
1 号炉		1.74×10^{-1}	1.26×10^0	1.51×10^{-2}	9.58×10^{-1}
2 号炉		7.66×10^{-4}	5.56×10^{-3}	6.66×10^{-5}	4.22×10^{-3}

※1 1 号炉

N-16 放射能濃度 × 換算係数 1 × 換算係数 2

1 号炉工事計画認可申請書（参考－1）記載の N-16 放射能濃度から N-17 放射能濃度に換算する。

N-16 放射能濃度：

換算係数 1： (主蒸気ノズル部における N-17 放射能濃度及び N-16 放射能濃度の比)

線源となる対象系統が主蒸気ノズルの下流に位置し、N-17 (4.173s) 及び N-16 (7.13s) の半減期から主蒸気ノズル部における N-17 が高くなるため、主蒸気ノズル部で換算係数を設定する。

換算係数 2： μCi から Bq への換算 3.70×10^4

2 号炉

N-17 放射能濃度 $\times e^{-\lambda t} \times v$

2 号炉工事計画認可申請書（参考－2）に記載の主蒸気ノズル部の N-17 放射能濃度から低圧タービンへの到達時間による減衰及び低圧タービンの蒸気の比容積により求める。なお、到達時間及び比容積は 2 号炉の設計値（参考－3）を摘要とする。

N-17 放射能濃度：

N-17 の壊変定数：0.1661

到達時間：

比容積：

※2 N-17 濃度中性子エネルギースペクトルを乗じて求める。中性子エネルギースペクトルは、下表のとおり（Table of Isotopes に記載されている値とし、MATXS-LIB-J33 ライブラリの中性子 175 群のエネルギー群構造）。

群番号	53 群	60 群	65 群	80 群
中性子線源スペクトル	6.90×10^{-2}	5.01×10^{-1}	6.00×10^{-3}	3.80×10^{-1}

N-17 から放出される中性子のエネルギーは、1700.3keV、1170.9keV、884keV 及び 382.8keV である。これらの中性子が対応するのは 53 群、60 群、65 群及び 80 群である。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第5表 中性子束の評価結果（まとめ）

単位：n/cm²/s

号 炉	評価対象	高速中性子※ ¹	熱外中性子※ ²	熱中性子束※ ³
1 号炉	低圧タービン			
2 号炉	低圧タービン			

※1 第6表「中性子束の評価結果」の第1群～第62群の合計値

※2 第6表「中性子束の評価結果」の第63群～第171群の合計値

※3 第6表「中性子束の評価結果」の第172群～第175群の合計値

第6表 中性子束の評価結果（1／4）
（1号炉）

単位：n/cm²/s

群番号	中性子束 スペクトル	群番号	中性子束 スペクトル	群番号	中性子束 スペクトル	群番号	中性子束 スペクトル
1		26		51		76	
2		27		52		77	
3		28		53		78	
4		29		54		79	
5		30		55		80	
6		31		56		81	
7		32		57		82	
8		33		58		83	
9		34		59		84	
10		35		60		85	
11		36		61		86	
12		37		62		87	
13		38		63		88	
14		39		64		89	
15		40		65		90	
16		41		66		91	
17		42		67		92	
18		43		68		93	
19		44		69		94	
20		45		70		95	
21		46		71		96	
22		47		72		97	
23		48		73		98	
24		49		74		99	
25		50		75		100	

（注）群毎の上限エネルギー（eV）は参考－4「中性子線源スペクトル」を参照

第6表 中性子束の評価結果（2／4）
（1号炉）

単位：n/cm²/s

群番号	中性子 スペクトル	群番号	中性子 スペクトル	群番号	中性子 スペクトル
101		126		151	
102		127		152	
103		128		153	
104		129		154	
105		130		155	
106		131		156	
107		132		157	
108		133		158	
109		134		159	
110		135		160	
111		136		161	
112		137		162	
113		138		163	
114		139		164	
115		140		165	
116		141		166	
117		142		167	
118		143		168	
119		144		169	
120		145		170	
121		146		171	
122		147		172	
123		148		173	
124		149		174	
125		150		175	

（注）群毎の上限エネルギー（eV）は参考－4「中性子線源スペクトル」を参照

第6表 中性子束の評価結果（3／4）
（2号炉）

単位：n/cm²/s

群番号	中性子 スペクトル	群番号	中性子 スペクトル	群番号	中性子 スペクトル	群番号	中性子 スペクトル
1		26		51		76	
2		27		52		77	
3		28		53		78	
4		29		54		79	
5		30		55		80	
6		31		56		81	
7		32		57		82	
8		33		58		83	
9		34		59		84	
10		35		60		85	
11		36		61		86	
12		37		62		87	
13		38		63		88	
14		39		64		89	
15		40		65		90	
16		41		66		91	
17		42		67		92	
18		43		68		93	
19		44		69		94	
20		45		70		95	
21		46		71		96	
22		47		72		97	
23		48		73		98	
24		49		74		99	
25		50		75		100	

（注）群毎の上限エネルギー（eV）は参考－4「中性子線源スペクトル」を参照

第6表 中性子束の評価結果（4／4）
（2号炉）

単位：n/cm²/s

群番号	中性子 スペクトル	群番号	中性子 スペクトル	群番号	中性子 スペクトル
101		126		151	
102		127		152	
103		128		153	
104		129		154	
105		130		155	
106		131		156	
107		132		157	
108		133		158	
109		134		159	
110		135		160	
111		136		161	
112		137		162	
113		138		163	
114		139		164	
115		140		165	
116		141		166	
117		142		167	
118		143		168	
119		144		169	
120		145		170	
121		146		171	
122		147		172	
123		148		173	
124		149		174	
125		150		175	

（注）群毎の上限エネルギー（eV）は参考－4「中性子線源スペクトル」を参照

第 7 表 放射化汚染の評価の前提条件

	1 号炉及び 2 号炉
材料	ステンレス鋼，合金鋼及び炭素鋼
中性子照射期間※ ¹	1 号炉：17 年 2 号炉：19 年
冷却期間※ ²	1 号炉：23 年間，48 年間 2 号炉：9 年間，34 年間
計算コード	ORIGEN-S，ANISN
対象核種	33 種類の放射性物質

※ 1 中性子照射期間については，運転開始から低圧タービンの取替えまでの実効運転日数を切り上げて設定した。

※ 2 冷却期間については，中性子照射期間完了時点から，評価開始予定時点（2021 年 4 月）及び評価終了予定時点（2046 年 3 月）を設定した。

第 8 表 実効運転時間

単位：EPFH

1 号炉			2 号炉		
サイクル	実効運転時間	累積運転時間	サイクル	実効運転時間	累積運転時間
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		
16			16		
17			17		
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 9 表 構造材の元素組成（1 / 8）
（1 号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS304	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム		低圧内部車室
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (ノズル 14 段)		Cr 鑄鉄	合金鑄鉄	炭素鋼
1	H							
2	He							
3	Li							
4	Be							
5	B							
6	C							
7	N							
8	O							
9	F							
10	Ne							
11	Na							
12	Mg							
13	Al							
14	Si							
15	P							
16	S							
17	Cl							
18	Ar							
19	K							
20	Ca							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては，ステンレス鋼については，12Cr 鋼（ノズル 14 段）で代表した。

第 9 表 構造材の元素組成（2／8）
（1 号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS304	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム		低圧内部車室
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (ノズル 14 段)		Cr 鑄鉄	合金鑄鉄	炭素鋼
21	Sc							
22	Ti							
23	V							
24	Cr							
25	Mn							
26	Fe							
27	Co							
28	Ni							
29	Cu							
30	Zn							
31	Ga							
32	Ge							
33	As							
34	Se							
35	Br							
36	Kr							
37	Rb							
38	Sr							
39	Y							
40	Zr							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては，ステンレス鋼については，12Cr 鋼（ノズル 14 段）で代表した。

第9表 構造材の元素組成（3／8）
（1号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS304	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム		低圧内部車室
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (ノズル 14 段)		Cr 鑄鉄	合金鑄鉄	炭素鋼
41	Nb							
42	Mo							
43	Ru							
44	Rh							
45	Pd							
46	Ag							
47	Cd							
48	In							
49	Sn							
50	Sb							
51	Te							
52	I							
53	Xe							
54	Cs							
55	Ba							
56	La							
57	Ce							
58	Pr							
59	Nd							
60	Sm							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては、ステンレス鋼については、12Cr 鋼（ノズル 14 段）で代表した。

第9表 構造材の元素組成（4／8）
（1号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS304	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム		低圧内部車室
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (ノズル 14 段)		Cr 鑄鉄	合金鑄鉄	炭素鋼
61	Eu							
62	Gd							
63	Tb							
64	Dy							
65	Ho							
66	Er							
67	Tm							
68	Yb							
69	Lu							
70	Hf							
71	Ta							
72	W							
73	Re							
74	Os							
75	Ir							
76	Pt							
77	Au							
78	Hg							
79	Tl							
80	Pb							
81	Bi							
82	Th							
83	U							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては，ステンレス鋼については，12Cr 鋼（ノズル 14 段）で代表した。

第 9 表 構造材の元素組成（5 / 8）
（2 号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS316L (低 Co)	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム	低圧内部車室	
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (11～13 段)		2. 25Cr-Mo 鋼板※	1. 25Cr-Mo 鋼板	炭素鋼 (鋼板)
1	H							
2	He							
3	Li							
4	Be							
5	B							
6	C							
7	N							
8	O							
9	F							
10	Ne							
11	Na							
12	Mg							
13	Al							
14	Si							
15	P							
16	S							
17	Cl							
18	Ar							
19	K							
20	Ca							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては、ステンレス鋼は、12Cr 鋼(11～13 段)、合金鋼は、2. 25Cr-Mo 鋼板で代表した。

第 9 表 構造材の元素組成（6 / 8）
（2 号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS316L (低 Co)	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム	低圧内部車室	
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (11～13 段)		2. 25Cr-Mo 鋼板※	1. 25Cr-Mo 鋼板	炭素鋼 (鋼板)
21	Sc							
22	Ti							
23	V							
24	Cr							
25	Mn							
26	Fe							
27	Co							
28	Ni							
29	Cu							
30	Zn							
31	Ga							
32	Ge							
33	As							
34	Se							
35	Br							
36	Kr							
37	Rb							
38	Sr							
39	Y							
40	Zr							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては、ステンレス鋼は、12Cr 鋼(11～13 段)、合金鋼は、2. 25Cr-Mo 鋼板で代表した。

第9表 構造材の元素組成（7／8）
（2号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS316L (低 Co)	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム	低圧内部車室	
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (11～13 段)		2. 25Cr-Mo 鋼板※	1. 25Cr-Mo 鋼板	炭素鋼 (鋼板)
41	Nb							
42	Mo							
43	Ru							
44	Rh							
45	Pd							
46	Ag							
47	Cd							
48	In							
49	Sn							
50	Sb							
51	Te							
52	I							
53	Xe							
54	Cs							
55	Ba							
56	La							
57	Ce							
58	Pr							
59	Nd							
60	Sm							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては、ステンレス鋼は、12Cr 鋼(11～13 段)、合金鋼は、2. 25Cr-Mo 鋼板で代表した。

第 9 表 構造材の元素組成（8 / 8）
（2 号炉）

単位：％

元素		ステンレス鋼		炭素鋼・合金鋼				
		SUS316L (低 Co)	ダイヤフラム		炭素鋼	ダイヤフラム	低圧内部車室	
			12Cr 鋼	12Cr 鋼※ (11～13 段)		2. 25Cr-Mo 鋼板※	1. 25Cr-Mo 鋼板	炭素鋼 (鋼板)
61	Eu							
62	Gd							
63	Tb							
64	Dy							
65	Ho							
66	Er							
67	Tm							
68	Yb							
69	Lu							
70	Hf							
71	Ta							
72	W							
73	Re							
74	Os							
75	Ir							
76	Pt							
77	Au							
78	Hg							
79	Tl							
80	Pb							
81	Bi							
82	Th							
83	U							

※ 低圧タービンの放射能濃度確認対象物の評価に当たっては、ステンレス鋼は、12Cr 鋼 (11～13 段)、合金鋼は、2. 25Cr-Mo 鋼板で代表した。

第 10 表 放射化汚染の評価結果 (D / C) (1 / 4)
1 号炉 低圧タービン (評価開始予定時点)

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼		炭素鋼
			Cr 铸鋼	合金铸铁	
1	H-3				
2	C-14				
3	Cl-36				
4	Ca-41				
5	Sc-46				
6	Mn-54				
7	Fe-55				
8	Fe-59				
9	Co-58				
10	Co-60				
11	Ni-59				
12	Ni-63				
13	Zn-65				
14	Sr-90				
15	Nb-94				
16	Nb-95				
17	Tc-99				
18	Ru-106				
19	Ag-108m				
20	Ag-110m				
21	Sb-124				
22	Te-123m				
23	I-129				
24	Cs-134				
25	Cs-137				
26	Ba-133				
27	Eu-152				
28	Eu-154				
29	Tb-160				
30	Ta-182				
31	Pu-239				
32	Pu-241				
33	Am-241				
合計（Σ D／C）					

※ 半減期：「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear(JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 10 表 放射化汚染の評価結果 (D / C) (2 / 4)
1 号炉 低圧タービン (評価完了予定時点)

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼		炭素鋼
			Cr 铸鋼	合金铸铁	
1	H-3				
2	C-14				
3	Cl-36				
4	Ca-41				
5	Sc-46				
6	Mn-54				
7	Fe-55				
8	Fe-59				
9	Co-58				
10	Co-60				
11	Ni-59				
12	Ni-63				
13	Zn-65				
14	Sr-90				
15	Nb-94				
16	Nb-95				
17	Tc-99				
18	Ru-106				
19	Ag-108m				
20	Ag-110m				
21	Sb-124				
22	Te-123m				
23	I-129				
24	Cs-134				
25	Cs-137				
26	Ba-133				
27	Eu-152				
28	Eu-154				
29	Tb-160				
30	Ta-182				
31	Pu-239				
32	Pu-241				
33	Am-241				
合計（Σ D／C）					

※ 半減期：「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear(JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 10 表 放射化汚染の評価結果 (D / C) (3 / 4)
2 号炉 低圧タービン (評価開始予定時点)

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼	炭素鋼
1	H-3			
2	C-14			
3	Cl-36			
4	Ca-41			
5	Sc-46			
6	Mn-54			
7	Fe-55			
8	Fe-59			
9	Co-58			
10	Co-60			
11	Ni-59			
12	Ni-63			
13	Zn-65			
14	Sr-90			
15	Nb-94			
16	Nb-95			
17	Tc-99			
18	Ru-106			
19	Ag-108m			
20	Ag-110m			
21	Sb-124			
22	Te-123m			
23	I-129			
24	Cs-134			
25	Cs-137			
26	Ba-133			
27	Eu-152			
28	Eu-154			
29	Tb-160			
30	Ta-182			
31	Pu-239			
32	Pu-241			
33	Am-241			
合計（Σ D／C）				

※ 半減期 : 「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear(JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 10 表 放射化汚染の評価結果 (D / C) (4 / 4)
2 号炉 低圧タービン (評価完了予定時点)

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼	炭素鋼
1	H-3			
2	C-14			
3	Cl-36			
4	Ca-41			
5	Sc-46			
6	Mn-54			
7	Fe-55			
8	Fe-59			
9	Co-58			
10	Co-60			
11	Ni-59			
12	Ni-63			
13	Zn-65			
14	Sr-90			
15	Nb-94			
16	Nb-95			
17	Tc-99			
18	Ru-106			
19	Ag-108m			
20	Ag-110m			
21	Sb-124			
22	Te-123m			
23	I-129			
24	Cs-134			
25	Cs-137			
26	Ba-133			
27	Eu-152			
28	Eu-154			
29	Tb-160			
30	Ta-182			
31	Pu-239			
32	Pu-241			
33	Am-241			
合計（Σ D／C）				

※ 半減期：「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear(JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 11 表 放射化汚染の評価結果（放射能濃度）（1 / 4）
1 号炉 低圧タービン（評価開始予定時点）

単位：Bq/g

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼		炭素鋼	規則別表第 1 第 2 欄
			Cr 铸鋼	合金铸铁		
1	H-3					100
2	C-14					1
3	Cl-36					1
4	Ca-41					100
5	Sc-46					0.1
6	Mn-54					0.1
7	Fe-55					1000
8	Fe-59					1
9	Co-58					1
10	Co-60					0.1
11	Ni-59					100
12	Ni-63					100
13	Zn-65					0.1
14	Sr-90					1
15	Nb-94					0.1
16	Nb-95					1
17	Tc-99					1
18	Ru-106					0.1
19	Ag-108m					0.1
20	Ag-110m					0.1
21	Sb-124					1
22	Te-123m					1
23	I-129					0.01
24	Cs-134					0.1
25	Cs-137					0.1
26	Ba-133					0.1
27	Eu-152					0.1
28	Eu-154					0.1
29	Tb-160					1
30	Ta-182					0.1
31	Pu-239					0.1
32	Pu-241					10
33	Am-241					0.1

※ 半減期：「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear(JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 11 表 放射化汚染の評価結果（放射能濃度）（2 / 4）
1 号炉 低圧タービン（評価完了予定時点）

単位：Bq/g

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼		炭素鋼	規則別表第 1 第 2 欄
			Cr 铸鋼	合金铸铁		
1	H-3					100
2	C-14					1
3	Cl-36					1
4	Ca-41					100
5	Sc-46					0.1
6	Mn-54					0.1
7	Fe-55					1000
8	Fe-59					1
9	Co-58					1
10	Co-60					0.1
11	Ni-59					100
12	Ni-63					100
13	Zn-65					0.1
14	Sr-90					1
15	Nb-94					0.1
16	Nb-95					1
17	Tc-99					1
18	Ru-106					0.1
19	Ag-108m					0.1
20	Ag-110m					0.1
21	Sb-124					1
22	Te-123m					1
23	I-129					0.01
24	Cs-134					0.1
25	Cs-137					0.1
26	Ba-133					0.1
27	Eu-152					0.1
28	Eu-154					0.1
29	Tb-160					1
30	Ta-182					0.1
31	Pu-239					0.1
32	Pu-241					10
33	Am-241					0.1

※ 半減期：「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear(JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 11 表 放射化汚染の評価結果（放射能濃度）（3 / 4）
2 号炉 低圧タービン（評価開始予定時点）

単位：Bq/g

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼	炭素鋼	規則別表第 1 第 2 欄
1	H-3				100
2	C-14				1
3	Cl-36				1
4	Ca-41				100
5	Sc-46				0.1
6	Mn-54				0.1
7	Fe-55				1000
8	Fe-59				1
9	Co-58				1
10	Co-60				0.1
11	Ni-59				100
12	Ni-63				100
13	Zn-65				0.1
14	Sr-90				1
15	Nb-94				0.1
16	Nb-95				1
17	Tc-99				1
18	Ru-106				0.1
19	Ag-108m				0.1
20	Ag-110m				0.1
21	Sb-124				1
22	Te-123m				1
23	I-129				0.01
24	Cs-134				0.1
25	Cs-137				0.1
26	Ba-133				0.1
27	Eu-152				0.1
28	Eu-154				0.1
29	Tb-160				1
30	Ta-182				0.1
31	Pu-239				0.1
32	Pu-241				10
33	Am-241				0.1

※ 半減期：「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear (JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

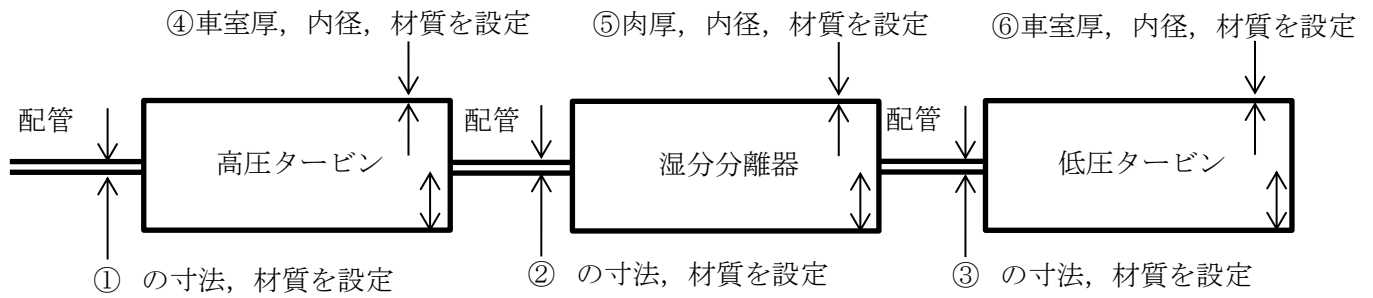
第 11 表 放射化汚染の評価結果（放射能濃度）（4 / 4）
2 号炉 低圧タービン（評価完了予定時点）

単位：Bq/g

No	放射性物質の 種類	ステンレス鋼	合金鋼	炭素鋼	規則別表第 1 第 2 欄
1	H-3				100
2	C-14				1
3	Cl-36				1
4	Ca-41				100
5	Sc-46				0.1
6	Mn-54				0.1
7	Fe-55				1000
8	Fe-59				1
9	Co-58				1
10	Co-60				0.1
11	Ni-59				100
12	Ni-63				100
13	Zn-65				0.1
14	Sr-90				1
15	Nb-94				0.1
16	Nb-95				1
17	Tc-99				1
18	Ru-106				0.1
19	Ag-108m				0.1
20	Ag-110m				0.1
21	Sb-124				1
22	Te-123m				1
23	I-129				0.01
24	Cs-134				0.1
25	Cs-137				0.1
26	Ba-133				0.1
27	Eu-152				0.1
28	Eu-154				0.1
29	Tb-160				1
30	Ta-182				0.1
31	Pu-239				0.1
32	Pu-241				10
33	Am-241				0.1

※ 半減期：「JAEA-Data/Code 2012-014Table of Nuclear(JENDL/TND-2012)」を引用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



【配管】

号 炉	系 統※ ¹	寸法 (mm) ※ ²	材 質※ ³
1 号炉	主蒸気～高圧タービン	① 外径406.4, 肉厚21.4	① 炭素鋼
	高圧タービン～湿分分離器	② 外径914.4, 肉厚12.7	② 炭素鋼
	湿分分離器～低圧タービン	③ 外径762.0, 肉厚12.7	③ 炭素鋼
2 号炉	主蒸気～高圧タービン	① 外径 609.6, 肉厚 30.9	① 炭素鋼
	高圧タービン～湿分分離器	② 外径 1066.8, 肉厚 15.9	② 炭素鋼
	湿分分離器～低圧タービン	③ 外径 762.0, 肉厚 12.7	③ 炭素鋼

※¹ 第3表「中性子束評価における構成材料の組成」に示す系統

※² 寸法の数値は代表的な設計仕様を記載

※³ 炭素鋼（材質の根拠は設計仕様）の組成を第1表「炭素鋼の組成」に示す。

【機器】

号 炉	機 器	寸法 (mm) ※ ¹	モデル形状	材 質
1 号炉	高圧タービン	④ 車室厚 61.0, 内径 992.0	円筒	炭素鋼
	湿分分離器	⑤ 肉厚 25.0, 内径 2800.0	円筒	炭素鋼
	低圧タービン	⑥ 車室厚 33.0 内径 2636.0	円筒	炭素鋼※ ² ステンレス鋼※ ²
2 号炉	高圧タービン	④ 車室厚 71.0, 内径 1249.0	円筒	炭素鋼
	湿分分離器	⑤ 肉厚 32.0, 内径 3200.0	円筒	炭素鋼
	低圧タービン	⑥ 車室厚 32.0 内径 7671.0	円筒	炭素鋼※ ² ステンレス鋼※ ²

※¹ 設計仕様から設定

※² 使用される材質は、ダイヤフラムがステンレス鋼及び合金鋼、車室が炭素鋼、車軸が低合金鋼である。JAERI-M6928には、合金鋼が含まれていないため、車軸は組成に近い（Crを含有する）ステンレス鋼を設定した。また、ダイヤフラムは車軸に含めて設定した。

第1図 中性子束評価の評価モデル（1，2号炉）



【 1 号炉タービン建物 3 階】



低圧タービン

測定位置	1 号炉		
	計算結果 (mSv/h)	測定結果 (mSv/h)	計算結果と測定結果の比
T1 (低圧)			
T2			
T3			
T4			
T5			
T6 (低圧)			
T7 (低圧)			

第 2 図 中性子線の計算結果と測定結果の比較（1 / 2）
（ 1 号炉）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



【2号炉タービン建物3階】



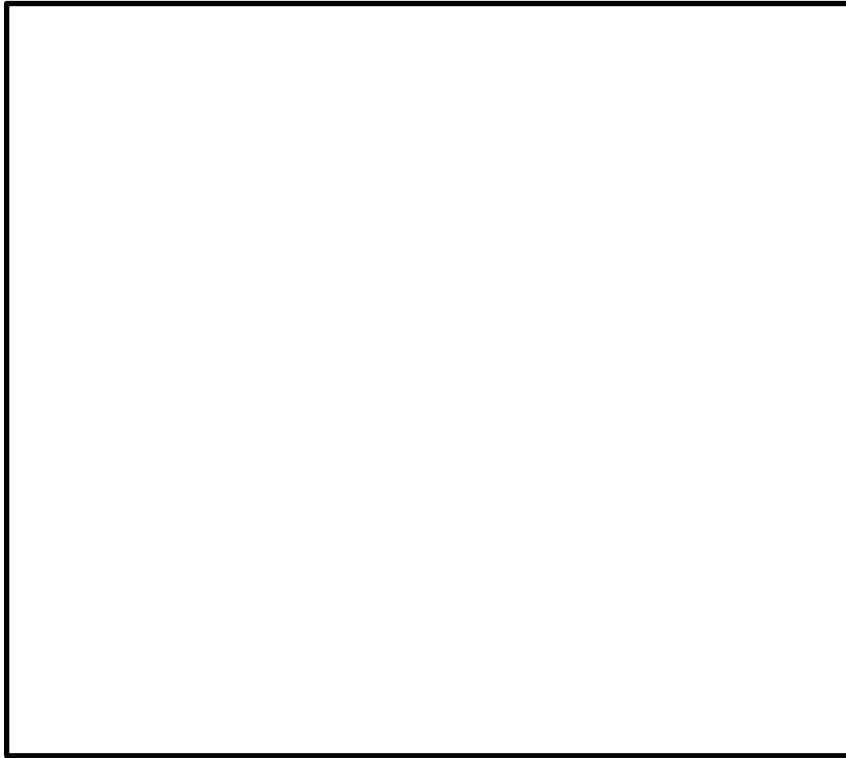
低圧タービン

測定位置	2号炉		
	計算結果 (mSv/h)	測定結果 (mSv/h)	計算結果と測定結果の比
T1			
T2			
T3			
T4（低圧）			
T5（低圧）			
T6（低圧）			

第2図 中性子線の計算結果と測定結果の比較（2／2）
（2号炉）

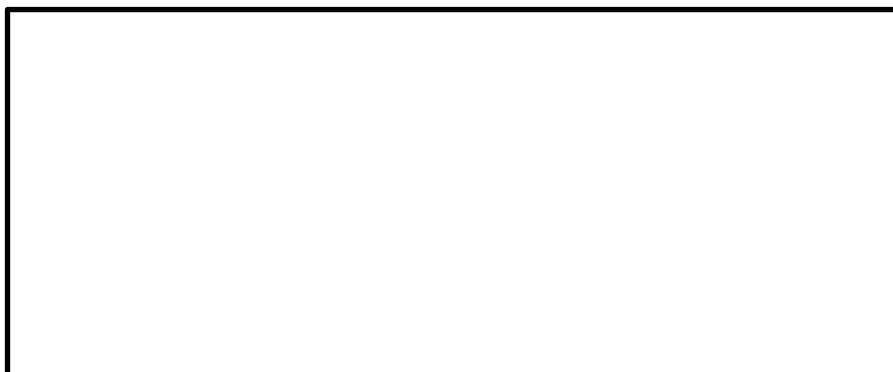
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

参考－１　１号炉工事計画認可申請書　タービン建物の放射線遮へい説明書（抜粋）



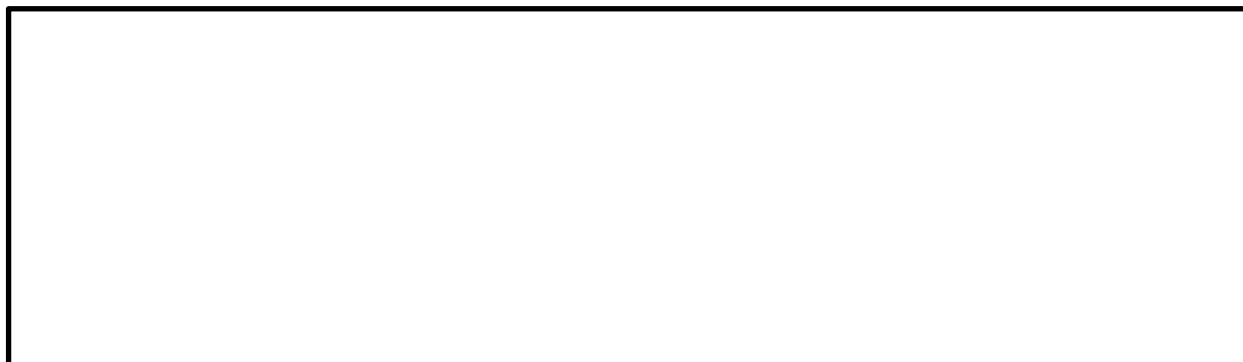
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

参考－２　２号炉工事計画認可申請書　Ⅳ-3-1 生体しゃへい装置の
放射線遮へい及び熱除去についての計算書（抜粋）



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

参考－３ 低圧タービンへの到達時間及び低圧タービンの比容積（抜粋）



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

参考－４ 中性子線源スペクトル（１／３）
（１群～７０群）

群番号	上限エネルギー (eV)	スペクトル	群番号	上限エネルギー (eV)	スペクトル
1	1.9640E+07		36	3.6788E+06	
2	1.7333E+07		37	3.3287E+06	
3	1.6905E+07		38	3.1664E+06	
4	1.6487E+07		39	3.0119E+06	
5	1.5683E+07		40	2.8650E+06	
6	1.4918E+07		41	2.7253E+06	
7	1.4550E+07		42	2.5924E+06	
8	1.4191E+07		43	2.4660E+06	
9	1.3840E+07		44	2.3852E+06	
10	1.3499E+07		45	2.3653E+06	
11	1.2840E+07		46	2.3457E+06	
12	1.2523E+07		47	2.3069E+06	
13	1.2214E+07		48	2.2313E+06	
14	1.1618E+07		49	2.1225E+06	
15	1.1052E+07		50	2.0190E+06	
16	1.0513E+07		51	1.9205E+06	
17	1.0000E+07		52	1.8268E+06	
18	9.5123E+06		53	1.7377E+06	
19	9.0484E+06		54	1.6530E+06	
20	8.6071E+06		55	1.5724E+06	
21	8.1873E+06		56	1.4957E+06	
22	7.7880E+06		57	1.4227E+06	
23	7.4082E+06		58	1.3534E+06	
24	7.0469E+06		59	1.2873E+06	
25	6.7032E+06		60	1.2246E+06	
26	6.5924E+06		61	1.1648E+06	
27	6.3763E+06		62	1.1080E+06	
28	6.0653E+06		63	1.0026E+06	
29	5.7695E+06		64	9.6164E+05	
30	5.4881E+06		65	9.0718E+05	
31	5.2205E+06		66	8.6294E+05	
32	4.9659E+06		67	8.2085E+05	
33	4.7237E+06		68	7.8082E+05	
34	4.4933E+06		69	7.4274E+05	
35	4.0657E+06		70	7.0651E+05	

（注）エネルギー毎の発生割合は Table of Isotopes に記載されている値とし、MATXSLIB-J33 ライブラリの中性子 175 群のエネルギー群構造を使用

参考－４ 中性子線源スペクトル（２／３）
（７１群～１４０群）

群番号	上限エネルギー (eV)	スペクトル	群番号	上限エネルギー (eV)	スペクトル
71	6.7206E+05		106	9.8037E+04	
72	6.3928E+05		107	8.6517E+04	
73	6.0810E+05		108	8.2500E+04	
74	5.7844E+05		109	7.9500E+04	
75	5.5023E+05		110	7.2000E+04	
76	5.2340E+05		111	6.7379E+04	
77	4.9787E+05		112	5.6562E+04	
78	4.5049E+05		113	5.2475E+04	
79	4.0762E+05		114	4.6309E+04	
80	3.8774E+05		115	4.0868E+04	
81	3.6883E+05		116	3.4307E+04	
82	3.3373E+05		117	3.1828E+04	
83	3.0197E+05		118	2.8500E+04	
84	2.9850E+05		119	2.7000E+04	
85	2.9720E+05		120	2.6058E+04	
86	2.9452E+05		121	2.4788E+04	
87	2.8725E+05		122	2.4176E+04	
88	2.7324E+05		123	2.3579E+04	
89	2.4724E+05		124	2.1875E+04	
90	2.3518E+05		125	1.9305E+04	
91	2.2371E+05		126	1.5034E+04	
92	2.1280E+05		127	1.1709E+04	
93	2.0242E+05		128	1.0595E+04	
94	1.9255E+05		129	9.1188E+03	
95	1.8316E+05		130	7.1017E+03	
96	1.7422E+05		131	5.5308E+03	
97	1.6573E+05		132	4.3074E+03	
98	1.5764E+05		133	3.7074E+03	
99	1.4996E+05		134	3.3546E+03	
100	1.4264E+05		135	3.0354E+03	
101	1.3569E+05		136	2.7465E+03	
102	1.2907E+05		137	2.6126E+03	
103	1.2277E+05		138	2.4852E+03	
104	1.1679E+05		139	2.2487E+03	
105	1.1109E+05		140	2.0347E+03	

(注)エネルギー毎の発生割合は Table of Isotopes に記載されている値とし, MATXSLIB-J33
ライブラリの中性子 175 群のエネルギー群構造を使用

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

参考－４ 中性子線源スペクトル（３／３）
（１４１群～１７５群）

群番号	上限エネルギー (eV)	スペクトル
141	1.5846E+03	
142	1.2341E+03	
143	9.6112E+02	
144	7.4852E+02	
145	5.8295E+02	
146	4.5400E+02	
147	3.5358E+02	
148	2.7536E+02	
149	2.1445E+02	
150	1.6702E+02	
151	1.3007E+02	
152	1.0130E+02	
153	7.8893E+01	
154	6.1442E+01	
155	4.7851E+01	
156	3.7267E+01	
157	2.9023E+01	
158	2.2603E+01	
159	1.7603E+01	
160	1.3710E+01	
161	1.0677E+01	
162	8.3153E+00	
163	6.4760E+00	
164	5.0435E+00	
165	3.9279E+00	
166	3.0590E+00	
167	2.3824E+00	
168	1.8554E+00	
169	1.4450E+00	
170	1.1254E+00	
171	8.7642E-01	
172	6.8256E-01	
173	5.3158E-01	
174	4.1399E-01	
175	1.0000E-01	
*	1.0000E-05	

（注）エネルギー毎の発生割合は Table of Isotopes に記載されている値とし，MATXSLIB-J33 ライブラリの中性子 175 群のエネルギー群構造を使用

参考文献

- (1) W. W. Engle, Jr., "A USERS MANUAL FOR ANISN: A One Dimensional Discrete Ordinates Transport Code with Anisotropic Scattering", K-1693(1967)
- (2) R. B. Firestone, "Table of Isotopes, 8th ed.", edited by V. S. Shirley (Wiley, New York, 1996) Vol. 1.
- (3) 小迫 和明ら, "JENDL-3.3 に基づくライブラリーFSXLIB と MATXSLIB", JAERI-Data/Code 2003-011 (July 2003)
- (4) I. C. Gauld, et al.: "ORIGEN-S: SCALE SYSTEM MODULE TO CALCULATE FUEL DEPLETION, ACTINIDE TRANSMUTATION, FISSION PRODUCT BUILDUP AND DECAY, AND ASSOCIATED RADIATION SOURCE TERMS", ORNL/TM-2005/39, Version 5.1 Vol. II, Book1, Sect. F7
- (5) J. C. Evans, E. L. Lepel, R. W. Sanders et al., Long-Lived activation Products in Reactor Materials, NUREG/CR-3474 (1984).
- (6) H. D. Oak, G. M. Holter, W. E. Kennedy Jr. et al., Technology, Safety and Costs of Decommissioning a Reference Boiling Water Reactor Power Station, NUREG/CR 0672 (1980).
- (7) JAERI-M6928 遮蔽材料の群定数 中性子 100 群・ガンマ線 20 群・ P_5 近似 1977 年 2 月 小山謹二・奥村芳弘・古田公人・宮坂駿一 日本原子力研究所