

東海発電所
原子炉建屋排気筒の短尺化に伴う変更
について
〈補足説明資料〉

2020 年 10 月 27 日
日本原子力発電株式会社

目 次

1	はじめに.....	1
2	原子炉建屋排気筒短尺化 工事の概要.....	1
3	廃止措置計画変更認可申請書における主な変更箇所.....	2
4	性能維持施設の削除.....	2
5	線量評価パラメータの変更.....	3
6	地上放出として線量評価することの保守性の説明.....	8
7	平常時における放射性気体廃棄物による発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量.....	9
8	事故時に放出される放射性物質による発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量.....	10
9	審査基準への適合性.....	12

1 はじめに

本資料は、2020年9月18日に申請した東海発電所廃止措置計画変更認可申請の記載内容について、その申請の概要及び「発電用原子炉施設及び試験研究用等原子炉施設の廃止措置計画の審査基準（改正 令和2年3月30日 原規放発第20033024号）」（以下「審査基準」という。）への適合性について説明するものである。

2 原子炉建屋排気筒短尺化 工事の概要

東海発電所廃止措置計画に基づき、排気筒の短尺化工事を行う。

工事に当たっては、汚染拡大防止囲いの設営、局所排風機、局所フィルタ等により放射性粉じんの区域外拡散防止、保護マスクの着用による放射性粉じんの吸い込み防止等の安全対策を講じる。

（1）工事の実施理由

廃止措置工事の作業安全をより向上するため、早期に原子炉建屋排気筒を短尺化する。

（2）工事内容

排気筒を根本部分で切断し、上部を撤去する〔図1参照〕。

排気筒高さは、現在の約89mから短尺化後は約61mになる。

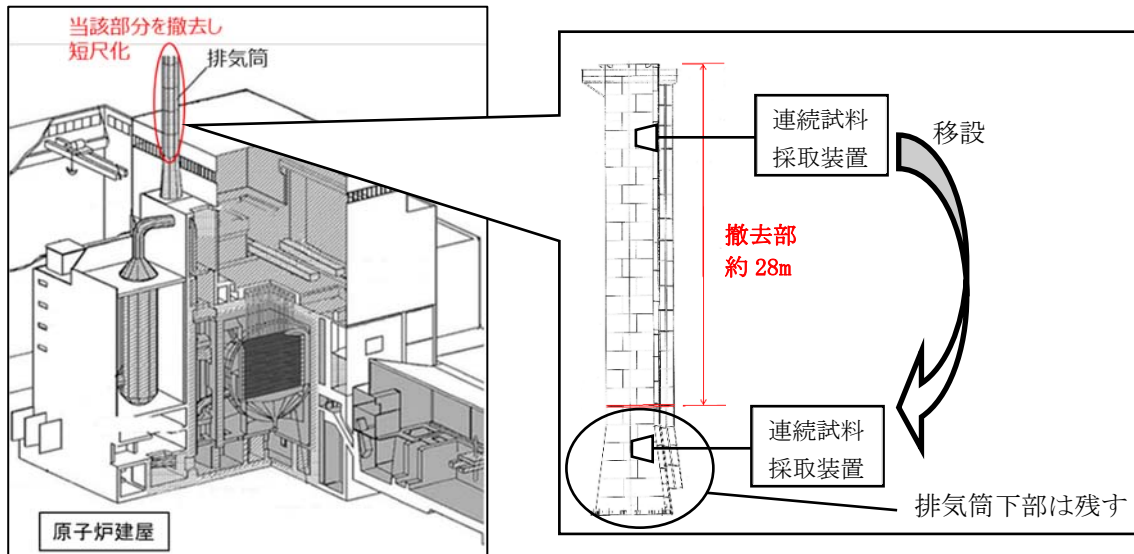


図1 工事対象範囲

3 廃止措置計画変更認可申請書における主な変更箇所

(1) 本文六，七

性能維持施設から，排気筒及び風向風速計（地上高さ：約 80m）の記録計を削除する。

(2) 添付書類三

排気筒短尺化に伴い，平常時における発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価のうち，放射性気体廃棄物に起因する実効線量評価パラメータを変更する。

(3) 添付書類四

排気筒短尺化に伴い，事故時における発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価のうち，放射性気体廃棄物に起因する実効線量評価パラメータを変更する。

4 性能維持施設の削除

発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価において，保守的に地上放出として評価を行い，原子力規制委員会の定める線量限度を超える恐れがないこと

を確認した。このため、排気筒は性能維持施設から削除する。なお、排気筒は性能維持施設から削除するが、短尺化後の排気筒については、保安規定に基づいて「その他自ら定める設備」として運用を継続する。これに伴い、粒子状放射性物質濃度測定のための連続試料採取装置を移設する。

排気筒短尺化により、安全評価の放出位置を排気筒高さから地上高さに変更したことから、風向風速計（地上高さ：約 80m）の記録計は性能維持施設から削除する。風向風速計（地上高さ：約 10m, 140m）の記録計については、東海第二発電所で一元管理する。

表 1 性能維持施設から削除する施設

名称	性能	機能	維持期間
排気筒	原子炉建屋換気設備の排気を地上高さ約80mから放出できること。	排気経路構成機能	原子炉領域解体撤去が完了するまで
気象観測設備	風向風速計（地上高さ：約 80m）	気象観測機能	風向風速計（記録計）は原子炉領域解体撤去が終了するまで

5 線量評価パラメータの変更

排気筒短尺化に伴い、放射性気体廃棄物の放出位置は東海発電所排気筒（地上放出）と想定して再評価を行う。気象データは東海第二発電所の新規制基準への適合性確認審査に係る原子炉設置変更許可（平成 30 年 9 月 26 日許可）の安全評価で使用したものと同様のデータに見直す。

再評価パラメータの変更箇所は、平常時の線量計算に用いる相対濃度（ χ/Q ）〔表 6 参照〕、及び事故時の線量計算に用いる相対線量（ D/Q ）及び相対濃度（ χ/Q ）〔表 8 参照〕のみ。

(1) 気象条件

使用した気象データについて、代表性をもつかを確認した。

➤ 検定に用いた観測記録

気象資料の代表性を確認するに当たり、地上付近を代表する標高 18m の観測記録を用いて検定を行った。

➤ データ統計期間

①検定年：2005 年 4 月～2006 年 3 月（1 年間）

②統計年：2009 年 4 月～2019 年 3 月（10 年間）

➤ 検定方法

風向出現頻度（16 項目）、風速階級別出現頻度（11 項目）について、F 分布検定（有意水準 5%）を行った。

➤ 検定結果

表 2 に検定結果を示す。また、標高 18m での棄却検定表（風向出現頻度）及び棄却検定表（風速階級別出現頻度）を表 3 及び表 4 に示す。観測項目 27 項目のうち、有意水準（危険率）5%で棄却された項目は風向出現頻度の 1 個であり、検定年が十分長期間の気象状態を代表していると判断する。

表 2 異常年検定結果

観測項目	検定結果
風向出現頻度	1個
風速階級別出現頻度	棄却項目なし

表3 棄却検定表（風向出現頻度）

項目 風向	比較年											検定年 2005 出現率	危険率5%		判定 採択:○ 棄却:×
	2009 出現率	2010 出現率	2011 出現率	2012 出現率	2013 出現率	2014 出現率	2015 出現率	2016 出現率	2017 出現率	2018 出現率	10年平均		上限値	下限値	
NNE	11.21	9.18	11.62	8.49	8.24	8.84	11.06	7.42	5.55	4.97	8.66	9.93	14.05	3.27	○
NE	16.15	12.25	12.18	11.58	12.60	12.33	13.45	13.80	13.95	12.64	13.09	15.15	16.22	9.97	○
ENE	5.52	5.07	4.14	6.39	7.34	6.61	7.12	5.76	9.53	9.18	6.67	4.49	10.72	2.61	○
E	2.85	2.19	1.78	1.78	2.84	2.14	3.40	2.55	2.55	2.72	2.48	2.6	3.70	1.26	○
ESE	3.98	3.36	3.25	2.38	3.01	3.47	2.82	2.51	3.39	3.72	3.19	3.49	4.40	1.98	○
SE	4.59	5.21	4.53	4.58	4.04	4.56	4.03	3.15	4.23	3.57	4.25	5.73	5.64	2.86	×
SSE	4.63	6.32	5.73	6.01	4.96	4.74	5.63	4.79	5.43	3.98	5.22	4.59	6.93	3.51	○
S	3.25	4.55	3.54	4.20	3.69	3.42	3.50	3.16	0.89	0.85	3.11	2.31	6.08	0.14	○
SSW	3.28	3.64	3.38	3.39	3.47	3.14	3.32	2.49	1.01	1.49	2.86	2.36	5.02	0.70	○
SW	1.06	1.00	1.12	1.27	1.47	1.34	1.78	2.23	3.42	4.63	1.93	1.22	4.78	-0.91	○
WSW	2.47	2.66	2.34	1.91	1.97	2.52	1.97	2.75	4.13	4.90	2.76	2.4	5.10	0.42	○
W	6.91	6.99	7.88	6.34	5.87	6.41	5.74	12.19	14.03	13.77	8.61	10.13	16.55	0.68	○
WNW	21.72	22.62	22.60	22.88	22.63	24.11	20.77	22.50	19.35	20.28	21.95	21.68	25.31	18.58	○
NW	6.09	7.67	8.35	10.93	9.78	9.37	7.93	6.80	4.58	5.01	7.65	7.42	12.55	2.75	○
NNW	2.43	2.87	3.04	3.49	4.17	3.20	3.09	3.01	1.90	2.48	2.97	2.65	4.44	1.90	○
N	2.52	2.81	2.62	2.39	2.26	2.16	2.70	2.90	3.27	3.36	2.70	2.15	3.65	1.75	○

表4 棄却検定表（風速階級別出現頻度）

項目 風速 (m/s)	比較年											検定年 2005 出現率	危険率5%		判定 採択:○ 棄却:×
	2009 出現率	2010 出現率	2011 出現率	2012 出現率	2013 出現率	2014 出現率	2015 出現率	2016 出現率	2017 出現率	2018 出現率	10年平均		上限値	下限値	
0.0~0.4	1.35	1.60	1.90	2.00	1.68	1.64	1.70	1.98	2.77	2.45	1.91	1.69	2.9	0.9	○
0.5~1.4	13.88	15.83	15.92	16.73	15.60	15.63	16.08	19.78	26.85	25.99	18.23	15.14	29.1	7.4	○
1.5~2.4	32.69	32.91	33.15	31.38	32.64	33.04	31.24	34.46	37.60	36.68	33.58	32.77	38.5	28.6	○
2.5~3.4	23.48	23.08	23.60	21.94	22.79	24.23	23.94	20.85	18.82	20.13	22.29	20.88	26.6	18.0	○
3.5~4.4	10.69	11.19	10.19	10.67	11.34	11.65	11.54	10.33	8.38	9.12	10.51	10.16	13.0	8.0	○
4.5~5.4	7.22	6.75	6.01	7.06	7.04	6.89	7.48	6.37	3.64	3.87	6.23	7.09	9.5	3.0	○
5.5~6.4	3.91	3.58	4.17	4.48	3.78	3.36	4.17	3.02	1.17	1.08	3.27	4.79	6.1	0.4	○
6.5~7.4	2.60	2.02	2.44	2.63	2.19	1.59	1.93	1.62	0.46	0.43	1.79	3.01	3.7	-0.1	○
7.5~8.4	1.70	1.39	1.25	1.55	1.37	0.94	1.05	0.74	0.16	0.11	1.03	2.29	2.3	-0.3	○
8.5~9.4	1.20	0.72	0.60	0.72	0.71	0.47	0.49	0.46	0.10	0.07	0.55	1.09	1.3	-0.2	○
9.5~	1.30	0.94	0.75	0.84	0.86	0.56	0.37	0.40	0.06	0.07	0.61	1.1	1.6	-0.3	○

(2) 平常時の線量計算に用いる相対濃度 (χ/Q)

平常時の線量計算に用いる相対濃度 (χ/Q) は、(1) に示す気象データを使用して求めた。表5 に平常時の線量計算地点における相対濃度 (χ/Q) を示す。このうち、相対濃度が最大となる地点を評価地点として求めた平常時の線量計算に用いる相対濃度 (χ/Q) は表6 のとおり。

表5 平常時の線量計算地点における相対濃度 (χ/Q)

評価方位	評価距離(m)	相対濃度 χ/Q (s/m ³)
NNE	810	1.3×10^{-6}
N	1,050	9.2×10^{-7}
NNW	1,060	1.1×10^{-6}
NNW	790	1.7×10^{-6}
NW	660	2.2×10^{-6}
WNW	640	1.7×10^{-6}
W	820	1.0×10^{-6}
SW	1,110	2.0×10^{-6}
SSW	1,490	9.0×10^{-7}
S	1,670	3.3×10^{-7}
SSE	2,740	2.2×10^{-7}

表6 平常時の線量計算に用いる相対濃度 (χ/Q)

項目	評価位置	現行	短尺化反映
χ/Q (s/m ³)	排気筒放出	9.1×10^{-7} (排気筒から南西方位, 風下距離 1,130m)	—
	地上放出	1.9×10^{-6} (排気筒位置から北西方位, 風下距離 660m)	2.2×10^{-6} (排気筒位置から北西方位, 風下距離 660m)

(3) 事故時の線量計算に用いる相対線量 (D/Q) 及び相対濃度 (χ/Q)

事故時時の線量計算に用いる相対線量 (D/Q) 及び相対濃度 (χ/Q) は, (1) に示す気象データを使用して求めた。表7に事故時の線量計算地点における相対線量 (D/Q) 及び相対濃度 (χ/Q) を示す。この

うち、相対濃度が最大となる地点を評価地点として求めた事故時の線量計算に用いる相対線量 (D/Q) 及び相対濃度 (χ/Q) は表 8 のとおり。

表 7 事故時の線量計算地点における相対線量 (D/Q) 及び相対濃度 (χ/Q)

評価方位	評価距離(m)	相対濃度 χ/Q (s/m^3)	相対線量 D/Q (Gy)/(Bq·MeV)
NNE	690	0	0
SSE	2,680	0	0
S	1,640	0	0
SSW	1,480	1.8×10^{-5}	4.5×10^{-19}
SW	1,220	<u>2.8×10^{-5}</u>	6.5×10^{-19}
WSW	930	1.9×10^{-5}	5.0×10^{-19}
W	710	0	0
WNW	520	2.7×10^{-5}	<u>7.1×10^{-19}</u>
NW	680	2.6×10^{-5}	7.0×10^{-19}
NNW	920	1.3×10^{-5}	4.3×10^{-19}
N	1,060	0	0

表 8 事故時の線量計算に用いる相対線量 (D/Q) 及び相対濃度 (χ/Q)

項目	評価位置	現行	短尺化反映
D/Q [(Gy)/(Bq· MeV)]	排気筒放出	4.3×10^{-19} (排気筒から西南西方位, 風下距離 930 m)	—
	地上放出	5.2×10^{-19} (排気筒位置から北西方位, 風下距離 680 m)	7.1×10^{-19} (排気筒位置から西北西方位, 風下距離 520 m)
χ/Q (s/m ³)	排気筒放出	1.8×10^{-5} (排気筒から西南西方位, 風下距離 930 m)	—
	地上放出	2.1×10^{-5} (排気筒位置から南西方位, 風下距離 1,220m)	2.8×10^{-5} (排気筒位置から南西方位, 風下距離 1,220 m)

6 地上放出として線量評価することの保守性の説明

東海排気筒短尺化の被ばく評価については、従来の高所放出の希釈効果を見込めなくなることから地上放出として評価している。以下のとおり、高所放出を想定した評価との比較を行い、地上放出とすることの保守性について確認した。

相対線量及び相対濃度について、既認可の東海第二発電所の設置許可申請書の被ばく評価に用いている 2005 年 4 月から 2006 年 3 月の気象データを用いて評価した。地上放出及び高所放出を想定した各評価点のうち最大となる相対線量及び相対濃度の評価結果を表 9 に示す。表 9 のとおり、いずれも高所放出を想定した値に対し、地上放出の値の方が高くなることから、地上放出とすることの保守性が確認された。

表9 相対線量及び相対濃度の評価結果

項目		地上放出	高所放出	最大となる方位及び距離
平常時	χ/Q (s/cm ³)	2.192×10^{-12}	1.043×10^{-12}	地上放出：排気筒位置から北西方位， 風下距離 660m 高所放出：排気筒位置から南西方位， 風下距離 1,110m
事故時	χ/Q (s/m ³)	2.833×10^{-5}	2.071×10^{-5}	地上放出：排気筒位置から南西方位， 風下距離 1,220m 高所放出：排気筒位置から西南西方位， 風下距離 930m
	D/Q (Gy/Bq)	3.525×10^{-19}	2.509×10^{-19}	地上放出：排気筒位置から西北西方位， 風下距離 520m 高所放出：排気筒位置から西南西方位， 風下距離 930m

7 平常時における放射性気体廃棄物による発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量

現東海発電所廃止措置計画書の評価方法に基づき，平常時の線量計算に用いる相対濃度 (χ/Q) を表6に示す値に変更し，平常時における発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量を評価する。

(1) 地表沈着物からの γ 線による実効線量

$$D_A = \sum_i D_{Ai}$$

$$D_{Ai} = K_{Ai} \cdot A_{Gi}$$

D_A ：地表沈着物からの γ 線による実効線量 (μ Sv/y)

D_{Ai} ：地表沈着核種*i*からの γ 線による実効線量 (μ Sv/y)

K_{Ai} ：地表沈着核種*i*からの実効線量換算係数 [$(\mu$ Sv/y)/(Bq/m²)]

➤ 核種の地表沈着量

$$A_{Gi} = \frac{V_{Gi} \cdot (\chi/Q) \cdot Q_i}{\lambda_{Gi}} \cdot [1 - \exp\{-\lambda_{Gi} \cdot (3600 \cdot 24 \cdot 365) \cdot t_G\}]$$

A_{Gi} ：核種*i*の地表沈着量 (Bq/m²)

V_{Gi} ：核種*i*の乾燥沈着速度 (m/s)

χ/Q : 相対濃度 (s/m³)

Q_i : 放射性気体廃棄物中の核種 i の年間平均の放射能放出率 (Bq/s)

λ_{Gi} : 土壌からの核種 i の実効除去率 (s⁻¹)

t_G : 核種の沈着を考慮する期間 (y)

(2) 平常時放射性気体廃棄物による発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量

排気筒短尺化に伴う再評価の結果、平常時における発電所周辺の一般公衆の受ける放射性気体廃棄物に起因する実効線量は、現行の廃止措置計画の実効線量 2.0 μ Sv/y から 4.8 μ Sv/y に増加する。

表 10 平常時 気体廃棄物による発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量

(μ Sv/y)

	原子炉領域以外	原子炉領域	建屋等	運転中廃棄物	合計
現行	2.3E-1	1.5E+0	2.9E-3	3.2E-1	<u>2.0E+0</u>
短尺化反映	5.2E-1	3.5E+0	3.3E-3	7.8E-1	<u>4.8E+0</u>

8 事故時に放出される放射性物質による発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量

現東海発電所廃止措置計画書の評価方法に基づき、事故時の線量計算に用いる相対線量 (D/Q) 及び相対濃度 (χ/Q) を表 8 に示す値に変更し、事故時における発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量を評価する。

(1) 事故時一般公衆の受ける実効線量

$$H = H_Y + H_I$$

H : 事故時に放出される放射性物質に起因する実効線量 (Sv)

H_{γ} : 放射性雲からのガンマ線による実効線量 (Sv)

H_I : 呼吸摂取による実効線量 (Sv)

➤ 放射性雲からのガンマ線による実効線量

$$H_{\gamma} = \sum_i H_{\gamma i}$$

$$H_{\gamma i} = K \cdot (D/Q) \cdot E_i \cdot Q_{Ri}$$

H_{γ} : 放射性雲からのガンマ線による実効線量 (Sv)

$H_{\gamma i}$: 放射性核種 i に関する放射性雲からのガンマ線による実効線量 (Sv)

K : 空気カーマから実効線量への換算係数 (Sv/Gy)

D/Q : 相対線量 [Gy/(Bq·MeV)]

E_i : 放射性核種 i のガンマ線実効エネルギー (MeV/dis)

Q_{Ri} : 事故 R による放射性核種 i の環境放出量 (Bq)

➤ 呼吸摂取による実効線量

$$H_I = \sum_i H_{Ii}$$

$$H_{Ii} = R \cdot H_{\infty} \cdot (\chi/Q) \cdot Q_{Ri}$$

H_I : 呼吸摂取による実効線量 (Sv)

H_{Ii} : 核種 i に関する呼吸摂取による実効線量 (Sv)

R : 呼吸率 (m^3/s)

H_{∞} : 核種 i の呼吸摂取による小児の実効線量換算係数 (Sv/Bq)

χ/Q : 相対濃度 (s/m^3)

(2) 事故時発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量評価結果

再評価の結果, 事故時の発電所周辺の一般公衆の受ける放射性気体廃棄

物に起因する最大実効線量は現行の廃止措置計画の $7.8 \mu\text{Sv}$ から $12 \mu\text{Sv}$ に増加する。

表 11 事故時 気体廃棄物による発電所周辺の一般公衆の受ける実効線量

(μSv)

事象	核種	実効線量 (現状)	実効線量 (短尺化反映)
炉内構造物 切断片破損	Fe-55	1.3E-2	2.0E-2
	Co-60	8.5E-2	1.3E-1
	Ni-63	6.6E-4	1.0E-3
	合計	9.8E-2	1.5E-1
フィルタ破損	Fe-55	6.7E-1	1.0E+0
	Co-60	7.0E+0	1.1E+1
	Ni-63	1.2E-1	1.8E-1
	合計	7.8E+0	1.2E+1
外部電源喪失	Fe-55	4.0E-1	5.5E-1
	Co-60	2.7E+0	3.7E+0
	Ni-63	2.1E-2	2.9E-2
	合計	3.1E+0	4.3E+0

9 審査基準への適合性

排気筒短尺化に伴う発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価において、保守的に地上放出として評価した場合、平常時については、東海発電所において放出する放射性気体廃棄物に起因する実効線量 ($4.8 \mu\text{Sv/y}$) 及び放射性液体廃棄物に起因する実効線量 ($7.4 \mu\text{Sv/y}$) を合算しても、発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針に定める値 ($50 \mu\text{Sv/y}$) 及び核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示に定める値 (1mSv/y) よりも十分に低い。また、事故時については、

事故時の最大実効線量 ($12 \mu\text{Sv}$) が、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針に定める値 (発生事故当たり 5mSv) よりも十分に低い。

以上より、発電用原子炉施設を設置した工場又は事業所において行われる気体状及び液体状の放射性廃棄物の廃棄に関し、周辺監視区域外の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を超えるおそれがないように措置が講じられていることから、審査基準に適合する。

また、地上放出とした線量評価において、原子力規制委員会の定める線量限度を超えるおそれがないため、排気筒の性能及び機能は不要となる。これにより排気筒は、審査基準にて要求される、公衆及び放射線業務従事者の受ける線量の抑制又は低減の観点から設定する性能維持施設ではなくなる。このため、排気筒を性能維持施設から削除することは妥当である。

以上