

高浜発電所 安全審査資料
2-4-改1
2023年7月4日

高浜発電所 1 号炉、2 号炉、3 号炉及び 4 号炉

設置許可基準規則への適合性について
(放射性廃棄物の処理施設)

2023年7月
関西電力株式会社

緑字は前回からの変更箇所を示す。

< 目 次 >

1. 概要
2. 平常運転時の原子炉施設周辺の線量評価結果について
 - 2.1 被ばく評価条件
 - 2.2 被ばく評価結果
 - 2.3 既許可の線量評価結果との差異

添付資料

- 添付 1 被ばく評価に用いた気象資料の代表性について
- 添付 2 保守点検建屋設置に伴う放出源の有効高さの確認結果について
- 添付 3 高浜発電所 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉 原子力発電所の運転に伴い周辺環境に放出する放射性廃棄物による発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価結果について

参考資料 1 設置許可基準規則第 27 条の適合性に関する補足説明

1. 概要

高浜発電所においては、蒸気発生器（以下「SG」という。）の取替え及び保守点検建屋設置に伴い、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）等に従い、平常運転時の原子炉施設周辺の線量評価が「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」（昭和50年5月13日原子力安全委員会決定）において定める線量目標値（50マイクロシーベルト／年）を達成できることを確認しており、本資料は、その線量評価についてまとめたものである。

第二十七条 放射性廃棄物の処理施設

工場等には、次に掲げるところにより、通常運転時において放射性廃棄物（実用炉規則第二条第二項第二号に規定する放射性廃棄物をいう。以下同じ。）を処理する施設（安全施設に係るものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。

- 一 周辺監視区域の外の空気中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、発電用原子炉施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有するものとする。

適合のための設計方針

第1項第1号について

気体廃棄物処理設備の設計に際しては、原子力発電所の運転に伴い周辺環境に放出す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線量が「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」（昭和50年5月13日原子力安全委員会決定）において定める線量目標値（50マイクロシーベルト／年）を達成できるように、次のようなろ過、貯留、減衰並びに管理等を行い、周辺監視区域の外の空気中の放射性物質の濃度を十分に低減できる設計とする。

具体的には、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」に基づき平常運転時の原子炉施設周辺の線量評価として、周辺監視区域境界を評価地点とした被ばく評価を実施するとともに、評価結果を本文九号および添付書類九に反映した。

2. 平常運転時の原子炉施設周辺の線量評価について

2.1 被ばく評価条件

(1) 放射性廃棄物の放出量の変更

3号炉及び4号炉におけるSG取替えにより1次冷却材容量が増加することに伴う放射性廃棄物の放出量の変更を評価条件に設定している。

(2) 気象観測データの変更

安全解析に使用した敷地において観測した2006年1月から2006年12月までの1年間の気象観測データは、最近の気象状態と比較して同等と判断できないことを確認しているため、最近の気象状態と比較して同等と判断された最新の2019年1月～2019年12月の気象観測データを評価条件に設定している。

被ばく評価に用いた気象観測データの代表性について、添付1に示す。

(3) 放出源の有効高さの変更

保修点検建屋設置により放出源の有効高さに影響することから、風洞実験の実施結果に基づく放出源の有効高さを評価条件に設定している。

被ばく評価に用いた放出源の有効高さの変更について、添付2に示す。

2.2 被ばく評価結果

前2.1項の被ばく評価条件の変更による周辺監視区域境界における最大の実効線量は、1, 2, 3, 4号炉合計で年間約 $15\mu\text{Sv}$ であり、線量目標値である年間 $50\mu\text{Sv}$ を下回ることを確認した。

線量評価の詳細について、添付3に示す。

2.3 既許可の線量評価結果との差異

1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合計で既許可の年間約 $11 \mu \text{Sv}$ に比べ、年間約 $15 \mu \text{Sv}$ に増加した。これについては、主に気象観測データの変更にて評価地点の方位への風の出現頻度の増加したことにより、希ガスの実効線量が年間約 $7.2 \mu \text{Sv}$ から年間約 $11 \mu \text{Sv}$ に増加したことによるものである。

なお、気体廃棄物中及び液体廃棄物中のよう素を同時に摂取する場合の年間実効線量については、気象観測データの変更にて評価地点の方位への風の出現頻度の増加等により、1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合計で既許可の年間約 $1.2 \mu \text{Sv}$ に比べ、年間約 $1.4 \mu \text{Sv}$ に増加した。

また、高浜発電所の平常時被ばく評価においては、敷地内を通過する一般道における希ガスによる最大の実効線量を設置許可添付書類九に参考値と記載しており、1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合計で既許可の年間約 $12 \mu \text{Sv}$ に比べ、年間約 $14 \mu \text{Sv}$ に増加した。

被ばく評価に用いた気象資料の代表性について

既許可の平常運転時及び設計基準事故時の被ばく評価は、敷地において観測した 2006 年 1 月から 2006 年 12 月までの 1 年間の気象資料を用いて実施しているが、この気象資料が長期間の気象状態を代表しているかどうかの検定を行ったところ、代表性がないことを確認している。

このため、本申請においては、最近の長期間の気象状態と比較して代表性があると判断した 2019 年 1 月から 2019 年 12 月の気象資料を用い、事故時被ばく評価を行っている。

本資料においては、代表性があると判断した 2019 年 1 月から 2019 年 12 月の気象資料について、その検定結果を示す。

1. 検定方法

(1) 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、排気筒高さ付近を代表する標高 81m の観測記録を用いて検定を行った。

(2) 統計期間

統計年：2010 年 1 月～2020 年 12 月（10 年間）

（2019 年 1 月～2019 年 12 月を除く）

検定年：2019 年 1 月～2019 年 12 月

(3) 検定方法

風向別出現頻度（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%）を行い、棄却個数が 3 個以下の場合は、気象資料に代表性があると判断する。なお、検定方法は既許可の添付書類六に示す内容と同じである。

2. 検定結果

第 1 表に検定結果を示す。また、第 2 表及び第 3 表に棄却検定表を示す。

観測項目 27 項目のうち、棄却された個数は 1 個であることから、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。

第 1 表 検定結果

観測項目	検定結果（棄却数）
風向別出現頻度	1 個
風速階級別出現 頻度	棄却項目なし

第 2 表 棄却検定表 (風 向)

観測場所：高浜発電所
 測定器：風車型風向風速計 (標高約81 m)
 統計期間：2010年1月～2020年12月
 検定年：2019年1月～2019年12月
 単位：%

風向	統計年											判定				
	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2020年	平均値		分散	検定年 2019年	上限	下限
N	5.20	5.41	4.35	4.27	4.84	4.72	5.20	4.83	4.44	4.85	4.81	0.13	4.61	5.72	3.91	○
NNE	4.75	4.19	3.88	3.89	4.15	3.50	3.65	4.02	3.84	4.12	4.00	0.11	3.74	4.82	3.18	○
NE	7.07	6.16	6.31	6.05	5.54	5.47	5.46	6.04	5.21	5.66	5.90	0.27	5.58	7.20	4.60	○
ENE	3.29	2.78	2.19	2.38	2.56	3.52	3.46	3.66	3.24	3.30	3.04	0.24	3.86	4.27	1.81	○
E	1.69	1.76	1.68	1.70	1.73	2.28	2.22	1.82	1.95	2.21	1.90	0.05	1.75	2.48	1.33	○
ESE	2.85	2.79	3.45	2.46	2.64	2.69	3.35	2.35	2.78	2.72	2.81	0.11	3.25	3.63	1.98	○
SE	5.03	3.67	4.47	3.58	3.46	3.64	3.73	3.58	4.09	3.64	3.89	0.22	4.09	5.07	2.70	○
SSE	5.90	5.22	5.11	4.58	4.55	4.45	4.66	4.38	4.92	6.07	4.98	0.32	4.97	6.40	3.57	○
S	6.09	5.98	5.31	5.82	4.68	4.64	5.22	4.37	5.24	6.23	5.36	0.39	4.81	6.91	3.80	○
SSW	5.47	5.55	4.01	5.46	4.17	4.14	4.01	4.18	5.18	4.44	4.66	0.40	4.00	6.25	3.08	○
SW	1.33	1.45	1.27	1.60	1.25	1.35	1.03	1.55	1.40	1.40	1.36	0.02	1.26	1.75	0.97	○
WSW	1.49	1.63	1.44	1.25	1.00	0.94	0.95	1.17	1.22	1.34	1.24	0.05	1.15	1.80	0.68	○
W	4.48	4.73	4.68	3.81	2.90	4.02	3.35	3.81	3.37	4.38	3.95	0.34	3.66	5.42	2.48	○
WNW	12.32	12.90	14.29	14.03	13.31	14.12	12.56	12.34	11.63	13.74	13.12	0.74	11.11	15.28	10.97	○
NW	15.47	16.34	19.10	20.50	22.18	20.59	21.01	21.84	18.44	18.28	19.38	4.59	19.01	24.73	14.02	○
NNW	7.64	8.52	8.34	8.20	10.12	8.42	9.45	10.04	12.19	11.90	9.48	2.23	13.83	13.22	5.75	×
C	9.94	10.90	10.14	10.40	10.92	11.52	10.71	10.00	10.86	5.73	10.11	2.35	9.32	13.95	6.28	○

(注) 棄却検定は、不良標本の棄却に関するF分布検定を用いて、危険率(有意水準)を5%として行った。

C(静程)は、風速0.4 m/s以下である。

第3表 棄却検定表 (風速)

観測場所：高浜発電所
 測定器：風車型風向風速計 (標高約81 m)
 統計期間：2010年1月～2020年12月
 検定年：2019年1月～2019年12月
 単位：%

風速階級 m/s	統計年												検定年		上限	下限	判定 ○採択 ×棄却
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020	平均値	分散	2019	年			
	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年			年				
0.0～0.4	9.94	10.90	10.14	10.40	10.92	11.52	10.71	10.00	10.86	5.73	10.11	2.35	9.32	13.95	6.28	○	
0.5～1.4	32.72	34.53	34.84	33.19	35.02	36.15	37.85	35.54	35.28	35.74	35.09	1.90	35.84	38.53	31.64	○	
1.5～2.4	24.01	22.39	23.09	22.28	22.10	22.95	23.07	23.01	22.47	25.55	23.09	0.94	23.24	25.52	20.66	○	
2.5～3.4	13.92	13.82	13.58	13.78	12.44	11.61	11.91	11.91	13.42	14.46	13.08	0.93	13.01	15.50	10.67	○	
3.5～4.4	8.39	8.02	8.46	7.75	7.85	7.41	7.40	7.32	7.60	8.50	7.87	0.19	7.35	8.95	6.79	○	
4.5～5.4	5.37	4.63	4.96	4.76	4.78	4.63	4.00	5.03	4.94	4.76	4.79	0.11	5.03	5.63	3.95	○	
5.5～6.4	2.91	2.67	2.53	3.20	2.77	2.81	2.60	3.31	2.52	2.45	2.78	0.08	3.21	3.47	2.09	○	
6.5～7.4	1.47	1.71	1.32	2.37	1.82	1.45	1.29	1.53	1.80	1.36	1.61	0.10	1.61	2.39	0.83	○	
7.5～8.4	0.62	0.67	0.70	1.13	1.11	0.81	0.73	1.21	0.70	0.75	0.84	0.04	0.70	1.36	0.32	○	
8.5～9.4	0.45	0.33	0.21	0.69	0.52	0.50	0.25	0.60	0.28	0.41	0.42	0.02	0.43	0.80	0.05	○	
9.5～	0.21	0.31	0.17	0.45	0.67	0.15	0.19	0.63	0.14	0.30	0.31	0.03	0.26	0.74	0.00	○	

(注) 棄却検定は、不良標本の棄却に関するF分布検定を用いて、危険率(有意水準)を5%として行った。

(参考) 2006年1月～2006年12月の気象資料の代表性確認結果について

既許可の事故時被ばく評価は、敷地において観測した2006年1月から2006年12月までの1年間の気象資料を用いて実施しているが、この気象資料が長期間の気象状態を代表しているかどうかの検定を行ったところ、代表性がないことを確認している。

本資料においては、代表性がないと判断した際の検定結果を示す。

1. 検定方法（統計期間以外は既許可の検定方法と同じ）

(1) 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、排気筒高さ付近を代表する標高81mの観測記録を用いて検定を行った。

(2) 統計期間

統計年：2010年1月～2019年12月（10年間）

検定年：2006年1月～2006年12月

(3) 検定方法

風向別出現頻度（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%）を行い、棄却個数が3個以下の場合は、気象資料に代表性があると判断する。

2. 検定結果

第1表に検定結果を示す。また、第2表及び第3表に棄却検定表を示す。

観測項目27項目のうち、棄却された個数は5個であることから、検定年が長期間の気象状態を代表していないと判断する。

第 1 表 檢定結果

觀測項目	檢定結果（棄却数）
風向別出現頻度	2 個
風速階級別出現 頻度	3 個

第2表 棄却検定表 (風 向)

観測場所：高浜発電所
 測定器：風車型風向風速計 (標高約81 m)
 統計期間：2010年1月～2019年12月
 検定年：2006年1月～2006年12月
 単位：%

風向	統計年										検定年		上限	下限	判定 ○採択 ×棄却	
	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	平均値	分散				2006年
N	5.20	5.41	4.35	4.27	4.84	4.72	5.20	4.83	4.44	4.61	4.79	0.13	6.78	5.70	3.87	×
NNE	4.75	4.19	3.88	3.89	4.15	3.50	3.65	4.02	3.84	3.74	3.96	0.11	5.25	4.79	3.13	×
NE	7.07	6.16	6.31	6.05	5.54	5.47	5.46	6.04	5.21	5.58	5.89	0.27	6.55	7.20	4.58	○
ENE	3.29	2.78	2.19	2.38	2.56	3.52	3.46	3.66	3.24	3.86	3.10	0.30	3.35	4.47	1.72	○
E	1.69	1.76	1.68	1.70	1.73	2.28	2.22	1.82	1.95	1.75	1.86	0.04	2.06	2.38	1.33	○
ESE	2.85	2.79	3.45	2.46	2.64	2.69	3.35	2.35	2.78	3.25	2.86	0.12	3.57	3.74	1.98	○
SE	5.03	3.67	4.47	3.58	3.46	3.64	3.73	3.58	4.09	4.09	3.93	0.22	3.90	5.11	2.76	○
SSE	5.90	5.22	5.11	4.58	4.55	4.45	4.66	4.38	4.92	4.97	4.87	0.19	5.89	5.96	3.79	○
S	6.09	5.98	5.31	5.82	4.68	4.64	5.22	4.37	5.24	4.81	5.22	0.32	5.45	6.63	3.80	○
SSW	5.47	5.55	4.01	5.46	4.17	4.14	4.01	4.18	5.18	4.00	4.62	0.44	4.17	6.27	2.96	○
SW	1.33	1.45	1.27	1.60	1.25	1.35	1.03	1.55	1.40	1.26	1.35	0.02	1.36	1.74	0.95	○
WSW	1.49	1.63	1.44	1.25	1.00	0.94	0.95	1.17	1.22	1.15	1.22	0.05	1.51	1.78	0.66	○
W	4.48	4.73	4.68	3.81	2.90	4.02	3.35	3.81	3.37	3.66	3.88	0.33	4.18	5.32	2.44	○
WNW	12.32	12.90	14.29	14.03	13.31	14.12	12.56	12.34	11.63	11.11	12.86	1.04	11.97	15.41	10.31	○
NW	15.47	16.34	19.10	20.50	22.18	20.59	21.01	21.84	18.44	19.01	19.45	4.48	16.90	24.74	14.16	○
NNW	7.64	8.52	8.34	8.20	10.12	8.42	9.45	10.04	12.19	13.83	9.68	3.50	7.96	14.35	5.00	○
C	9.94	10.90	10.14	10.40	10.92	11.52	10.71	10.00	10.86	9.32	10.47	0.36	9.15	11.98	8.96	○

(注) 棄却検定は、不良標本の棄却に関するF分布検定を用いて、危険率(有意水準)を5%として行った。
 C(静穏)は、風速0.4 m/s以下である。

第 3 表 棄却検定表 (風速)

観測場所：高浜発電所
 測定器：風車型風向風速計(標高約81 m)
 統計期間：2010年1月～2019年12月
 検定年：2006年1月～2006年12月
 単位：%

風速階級 m/s	統計年											検定年 2006 年	上限	下限	判定 ○採択 ×棄却	
	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	平均値					分散
0.0～0.4	9.94	10.90	10.14	10.40	10.92	11.52	10.71	10.00	10.86	9.32	10.47	0.36	9.15	11.98	8.96	○
0.5～1.4	32.72	34.53	34.84	33.19	35.02	36.15	37.85	35.54	35.28	35.84	35.10	1.91	31.45	38.55	31.64	×
1.5～2.4	24.01	22.39	23.09	22.28	22.10	22.95	23.07	23.01	22.47	23.24	22.86	0.29	23.81	24.20	21.52	○
2.5～3.4	13.92	13.82	13.58	13.78	12.44	11.61	11.91	11.91	13.42	13.01	12.94	0.72	14.49	15.06	10.82	○
3.5～4.4	8.39	8.02	8.46	7.75	7.85	7.41	7.40	7.32	7.60	7.35	7.76	0.16	7.99	8.75	6.76	○
4.5～5.4	5.37	4.63	4.96	4.76	4.78	4.63	4.00	5.03	4.94	5.03	4.81	0.12	4.97	5.67	3.96	○
5.5～6.4	2.91	2.67	2.53	3.20	2.77	2.81	2.60	3.31	2.52	3.21	2.85	0.08	3.03	3.55	2.15	○
6.5～7.4	1.47	1.71	1.32	2.37	1.82	1.45	1.29	1.53	1.80	1.61	1.64	0.09	2.06	2.39	0.89	○
7.5～8.4	0.62	0.67	0.70	1.13	1.11	0.81	0.73	1.21	0.70	0.70	0.84	0.04	1.49	1.37	0.31	×
8.5～9.4	0.45	0.33	0.21	0.69	0.52	0.50	0.25	0.60	0.28	0.43	0.43	0.02	0.94	0.80	0.05	×
9.5～	0.21	0.31	0.17	0.45	0.67	0.15	0.19	0.53	0.14	0.26	0.31	0.03	0.63	0.74	0.00	○

(注) 棄却検定は、不良標本の棄却に関するF分布検定を用いて、危険率(有意水準)を5%として行った。

保守点検建屋設置に伴う放出源の有効高さの確認結果について

平常時及び事故時被ばく評価では、放射性物質の大気拡散評価条件として「放出源の有効高さ」を設定している。

今回設置予定の保守点検建屋の設計を踏まえ、風洞実験の実施により放出源の有効高さを確認した結果を以下に示す。

1. 風洞実験の実施について

風洞実験は、前回実験した際の敷地内の建屋配置状況から新たに建屋の設置（予定）があり、新設建屋の高さを 2.5 倍した値に建屋設置面の標高を加えた値が、排気筒の高さ以上となる場合において実施し、放出源の有効高さへの影響を確認することとしている。

第 1 表及び第 1 図に設置予定の保守点検建屋の高さ及び建屋設置面の標高の関係を示す。第 1 表に示すとおり、建屋高さを 2.5 倍した値に建屋設置面の標高を加えた高さは、排気筒の高さを超えることから、今回新たに風洞実験を実施し放出源の有効高さへの影響を確認することとした。なお、風洞実験方法は、既許可の添付書類六の「2.6 参考資料(6) 高浜発電所風洞実験報告書、関西電力株式会社、平成 31 年 2 月」に同じである。

2. 風洞実験の実施結果及び放出源の有効高さへの影響について

(1) 平常時被ばく

風洞実験により求めた平常時の放出源の有効高さ（詳細値）を第 2-1-1 表および第 2-1-2 表に示す。

第 2-1-1 表および第 2-1-2 表に示すとおり、前回実験において確認した平常時の放出源の有効高さ（詳細値）との差は-19m から+21m の範囲にあり、一部、保守点検建屋の設置による影響があった。

一方、平常時の敷地境界被ばく評価においては、風洞実験により求めた詳細値を5m単位で厳しめに丸めた値を放出源の有効高さとして設定している。

風洞実験により求めた詳細値を5m単位で厳しめに丸めた値を第2-1-3表及び第2-1-4に示す。第2-1-3表及び第2-1-4表に示すとおり、前回の評価に用いた値から変更のある方位が一部あることから、本申請においては、今回求めた放出源の有効高さを平常時の敷地境界被ばく評価に用いることとした。

(2) 事故時被ばく

風洞実験により求めた事故時の放出源の有効高さ（詳細値）を第2-2-1表に示す。

第2-2-1表に示すとおり、前回実験において確認した事故時の放出源の有効高さ（詳細値）との差は-1mから+4mの範囲にあり、保修点検建屋の設置による影響は軽微であると言える。

一方、設計基準事故時の敷地境界被ばく評価のうち、排気筒からの放出を想定する事象の評価においては、風洞実験により求めた詳細値を5m単位で厳しめに丸めた値を放出源の有効高さとして設定している。

風洞実験により求めた詳細値を5m単位で厳しめに丸めた値を第2-2-2表に示す。第2-2-2表に示すとおり、前回の評価に用いた値から変更のある方位が一部あることから、本申請においては、今回求めた放出源の有効高さを設計基準事故時の敷地境界被ばく評価に用いることとした。

第 1 表 保修点検建屋の建屋高さ及び建屋設置面の標高(m) (計画値)

①建屋高さ [設置面からの高さ]	②建屋設置面 [標高]	② + ① × 2.5 [標高]	排気筒高さ [標高]
約 20	約 78	約 130	約 84

第 2-1-1 表 風洞実験より求めた平常時被ばく評価に用いた放出源の有効高さ（1，2号炉 詳細値）

	着目方位 2号炉か らの方位	放出源の有効高さ(m) [各炉からの方位]							
		1号炉				2号炉			
		方位	前回	今回	差※	方位	前回	今回	差※
陸 側 評 価 地 点	N	[NNW]	125	115	10	[N]	68	71	3
	NNE	[N]	74	76	2	[NNE]	71	70	-1
	NE	[NNE]	73	72	-1	[NE]	124	126	2
	SE	[SE]	79	83	4	[SE]	74	77	3
	SSE	[SSE]	82	68	-14	[SSE]	72	65	-7
	S	[S]	116	97	-19	[S]	100	93	-7
	SSW	[SSW]	90	89	-1	[SSW]	91	90	-1
	SW	[WSW]	113	108	-5	[SW]	89	90	1
	WSW	[WSW]	113	108	-5	[WSW]	65	64	-1
	W	[W]	169	180	11	[W]	112	119	7
	WNW	[WNW]	120	118	-2	[WNW]	87	84	-3
	NW	[NW]	144	144	0	[NW]	121	119	-2
NNW	[NNW]	125	115	-10	[NNW]	98	94	-4	
参考地点	ENE	[ENE]	108	125	17	[ENE]	76	86	10
	E	[E]	129	123	-6	[E]	94	93	-1
	ESE	[E]	129	123	-6	[ESE]	69	71	2
牛乳 摂取 評価 地点	W	[W]	191	212	21	[W]	137	144	7

※：差は、「今回詳細値」－「前回詳細値」

第 2-1-2 表 風洞実験より求めた平常時被ばく評価に用いた放出源の有効高さ（3，4号炉 詳細値）

	着目方位 2号炉か らの方位	放出源の有効高さ(m) [各炉からの方位]							
		3号炉				4号炉			
		方位	前回	今回	差*	方位	前回	今回	差*
陸 側 評 価 地 点	N	[NNE]	107	106	-1	[NNE]	104	104	0
	NNE	[NNE]	118	117	-1	[NE]	139	140	1
	NE	[NE]	163	166	3	[NE]	164	166	2
	SE	[ESE]	120	117	-3	[ESE]	130	126	-4
	SSE	[SE]	82	86	4	[SE]	89	91	2
	S	[SE]	82	85	3	[SE]	87	89	2
	SSW	[S]	79	77	-2	[SSE]	88	77	-11
	SW	[SW]	59	57	-2	[SSW]	70	70	0
	WSW	[SW]	57	55	-2	[SW]	62	61	-1
	W	[W]	156	158	2	[WSW]	84	80	-4
	WNW	[NW]	89	89	0	[NW]	97	88	-9
NW	[NW]	150	152	2	[NW]	159	154	-5	
NNW	[N]	82	84	2	[NNE]	103	103	0	
参考 地点	ENE	[ENE]	95	106	11	[E]	128	109	-19
	E	[E]	122	103	-19	[E]	126	109	-17
	ESE	[E]	122	106	-16	[E]	127	109	-18
牛乳 撰 取 評 価 地 点	W	[W]	186	185	-1	[W]	180	190	10

※：差は、「今回詳細値」－「前回詳細値」

第 2-1-3 表 平常時被ばく評価に用いた放出源の有効高さ
(1 , 2 号炉)

	着目方位 2号炉か らの方位	放出源の有効高さ(m) [各炉からの方位]							
		1号炉				2号炉			
		前回		今回		前回		今回	
陸 側 評 価 地 点	N	<u>125</u>	[NNW]	<u>115</u>	[NNW]	<u>65</u>	[N]	<u>70</u>	[N]
	NNE	<u>70</u>	[N]	<u>75</u>	[N]	70	[NNE]	70	[NNE]
	NE	70	[NNE]	70	[NNE]	<u>120</u>	[NE]	<u>125</u>	[NE]
	SE	<u>75</u>	[SE]	<u>80</u>	[SE]	<u>70</u>	[SE]	<u>75</u>	[SE]
	SSE	<u>80</u>	[SSE]	<u>65</u>	[SSE]	<u>70</u>	[SSE]	<u>65</u>	[SSE]
	S	<u>115</u>	[S]	<u>95</u>	[S]	<u>100</u>	[S]	<u>90</u>	[S]
	SSW	<u>90</u>	[SSW]	<u>85</u>	[SSW]	90	[SSW]	90	[SSW]
	SW	<u>110</u>	[WSW]	<u>105</u>	[WSW]	<u>85</u>	[SW]	<u>90</u>	[SW]
	WSW	<u>110</u>	[WSW]	<u>105</u>	[WSW]	<u>65</u>	[WSW]	<u>60</u>	[WSW]
	W	<u>165</u>	[W]	<u>180</u>	[W]	<u>110</u>	[W]	<u>115</u>	[W]
	WNW	<u>120</u>	[WNW]	<u>115</u>	[WNW]	<u>85</u>	[WNW]	<u>80</u>	[WNW]
	NW	140	[NW]	140	[NW]	<u>120</u>	[NW]	<u>115</u>	[NW]
NNW	<u>125</u>	[NNW]	<u>115</u>	[NNW]	<u>95</u>	[NNW]	<u>90</u>	[NNW]	
参 考 地 点	ENE	<u>105</u>	[ENE]	<u>125</u>	[ENE]	<u>75</u>	[ENE]	<u>85</u>	[ENE]
	E	<u>125</u>	[E]	<u>120</u>	[E]	90	[E]	90	[E]
	ESE	<u>125</u>	[E]	<u>120</u>	[E]	<u>65</u>	[ESE]	<u>70</u>	[ESE]
牛 乳 撰 取 評 価 地 点	W	<u>190</u>	[W]	<u>210</u>	[W]	<u>135</u>	[W]	<u>140</u>	[W]

第 2-1-4 表 平常時被ばく評価に用いた放出源の有効高さ
(3 , 4 号炉)

	着目方位 2号炉か らの方位	放出源の有効高さ(m) [各炉からの方位]							
		3号炉				4号炉			
		前回		今回		前回		今回	
陸 側 評 価 地 点	N	105	[NNE]	105	[NNE]	100	[NNE]	100	[NNE]
	NNE	115	[NNE]	115	[NNE]	<u>135</u>	[NE]	<u>140</u>	[NE]
	NE	<u>160</u>	[NE]	<u>165</u>	[NE]	<u>160</u>	[NE]	<u>165</u>	[NE]
	SE	<u>120</u>	[ESE]	<u>115</u>	[ESE]	<u>130</u>	[ESE]	<u>125</u>	[ESE]
	SSE	<u>80</u>	[SE]	<u>85</u>	[SE]	<u>85</u>	[SE]	<u>90</u>	[SE]
	S	<u>80</u>	[SE]	<u>85</u>	[SE]	85	[SE]	85	[SE]
	SSW	75	[S]	75	[S]	<u>85</u>	[SSE]	<u>75</u>	[SSE]
	SW	55	[SW]	55	[SW]	70	[SSW]	70	[SSW]
	WSW	55	[SW]	55	[SW]	60	[SW]	60	[SW]
	W	155	[W]	155	[W]	80	[WSW]	80	[WSW]
	WNW	85	[NW]	85	[NW]	<u>95</u>	[NW]	<u>85</u>	[NW]
	NW	150	[NW]	150	[NW]	<u>155</u>	[NW]	<u>150</u>	[NW]
NNW	80	[N]	80	[N]	100	[NNE]	100	[NNE]	
参 考 地 点	ENE	<u>95</u>	[ENE]	<u>105</u>	[ENE]	<u>125</u>	[E]	<u>105</u>	[E]
	E	<u>120</u>	[E]	<u>100</u>	[E]	<u>125</u>	[E]	<u>105</u>	[E]
	ESE	<u>120</u>	[E]	<u>105</u>	[E]	<u>125</u>	[E]	<u>105</u>	[E]
牛 乳 撰 取 評 価 地 点	W	185	[W]	185	[W]	<u>180</u>	[W]	<u>190</u>	[W]

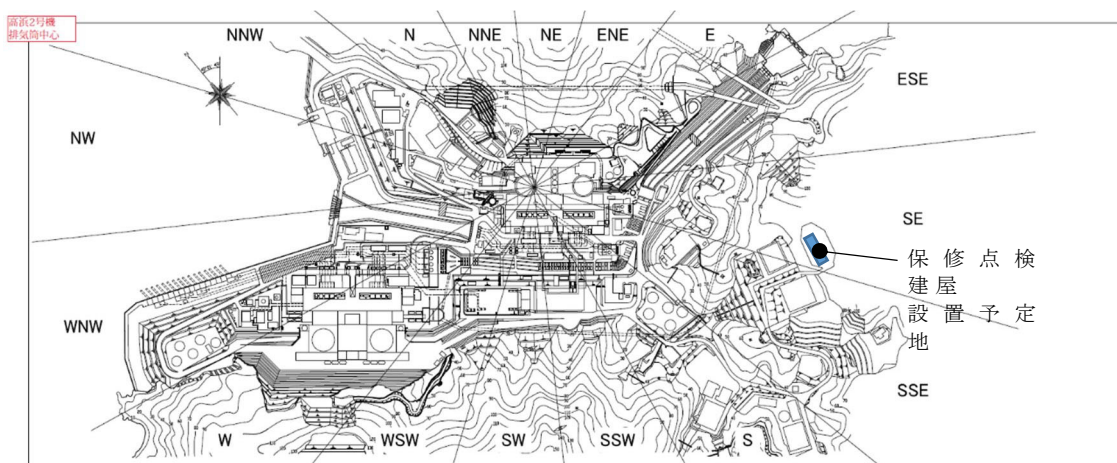
第 2-2-1 表 風洞実験より求めた事故時の放出源の有効高さ(m)
(詳細値)

着目方位	3号炉			4号炉		
	前回	今回	差※	前回	今回	差※
N	79	83	4	81	83	2
NNE	114	115	1	113	113	0
NE	138	140	2	144	144	0
ESE	86	87	1	93	93	0
SE	56	57	1	61	63	2
SSE	58	61	3	59	60	1
S	67	68	1	64	63	-1
SSW	55	55	0	55	55	0
SW	57	57	0	50	49	-1
WSW	43	43	0	36	37	1
W	42	45	3	45	47	2
WNW	50	51	1	46	48	2
NW	53	54	1	47	49	2
NNW	113	112	-1	109	112	3

※：差は、「今回詳細値」－「前回詳細値」

第 2-2-2 表 事故時被ばく評価に用いる放出源の有効高さ(m)

着目方位	3号炉		4号炉	
	前回	今回	前回	今回
N	<u>75</u>	<u>80</u>	80	80
NNE	<u>110</u>	<u>115</u>	110	110
NE	<u>135</u>	<u>140</u>	140	140
ESE	85	85	90	90
SE	55	55	60	60
SSE	<u>55</u>	<u>60</u>	<u>55</u>	<u>60</u>
S	65	65	60	60
SSW	55	55	55	55
SW	55	55	<u>50</u>	<u>45</u>
WSW	40	40	35	35
W	<u>40</u>	<u>45</u>	45	45
WNW	50	50	45	45
NW	50	50	45	45
NNW	110	110	<u>105</u>	<u>110</u>



第 1 図 点検建屋の配置及び着目方位（2号炉の例）

(参考) 保 修 点 検 建 屋 増 設 に 伴 う 平 常 時 の 有 効 高 さ へ の 影 響 に つ い て

敷地内に建屋が増設されると、図 1 に記載したように建屋周辺の気流を変化させる。建屋後流に巻き込みを伴う渦が発生し、上空からの流れを引き込むなどといった現象が発生する。これにより、建屋上空から到来するガスは、気流の影響を受けるため地表面への着地が早まる。その結果、地表面濃度が高くなる、といった事象が発生する。

平常時においては放出高さが高く、高所源から放出されたガスは地表面に着地するまでの間に、気流の影響を受けやすい傾向がある。そのため、増設による気流の変化によってガスの着地が早まることで地表面濃度が高くなり、結果として有効高さに影響が及ぶことが考えられる。

今回、保 修 点 検 建 屋 を 増 設 す る に あ た り 、 有 効 高 さ へ の 影 響 を 確 認 し た 結 果 、 前 回 と 有 効 高 さ の 差 が 大 き か っ た (有 効 高 さ が 低 く な っ た) ケ ー ス と し て 、 2 つ 確 認 さ れ た 。

1 つ目は、図 2-1 に示す 1 号炉の SSE 風向 (保 修 点 検 建 屋 が 1 号 炉 排 気 筒 の 風 上 に あ る) ケ ー ス で あ る 。 排 気 筒 を 通 過 す る 気 流 は 、 風 上 に 増 設 し た 保 修 点 検 建 屋 に よ っ て 発 生 し た 渦 も 伴 う こ と か ら 、 放 出 源 か ら 徐 々 に 降 下 し て く る ガ ス の 地 表 面 着 地 を 促 す 効 果 が 強 ま る 。 こ の 効 果 に よ り 増 設 前 と 比 べ て 、 ガ ス が 地 表 に 着 地 し や す く な る た め 、 放 出 源 か ら 地 表 面 へ の 着 地 ま で の 距 離 が 短 く な り 着 地 濃 度 が 高 く な る 。 そ の 結 果 、 有 効 高 さ が 低 く な っ た と 考 え ら れ る 。

2 つ目は、図 2-2 に示す 3 号炉の W 風向 (保 修 点 検 建 屋 が 3 号 炉 排 気 筒 の 風 下 に あ る) ケ ー ス で あ る 。 排 気 筒 か ら 放 出 さ れ た ガ ス の 着 地 点 近 傍 に 保 修 点 検 建 屋 が 増 設 さ れ て い る 。 そ の た め 、 上 空 か ら 保 修 点 検 建 屋 周 辺 に 徐 々 に 下 降 し て き た ガ ス は 、 保 修 点 検 建 屋 に よ っ て 発 生 す る 渦 に 巻 き 込 ま れ る こ と で ガ ス が 着 地 し や す く な る 。 こ の こ と か ら 、 増 設 前 に 比 べ て 着 地 濃 度 が 高 く な る 。 そ の 結 果 、 有 効 高 さ が 低 く な っ た と 考 え ら れ る 。

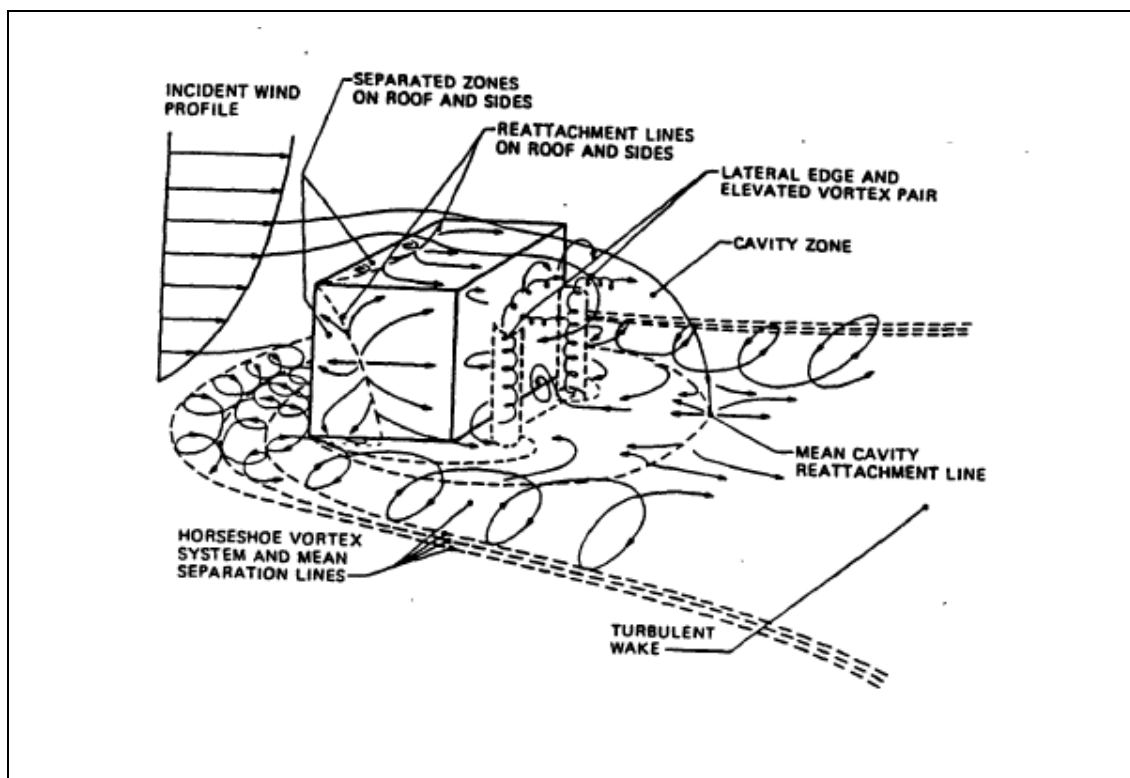
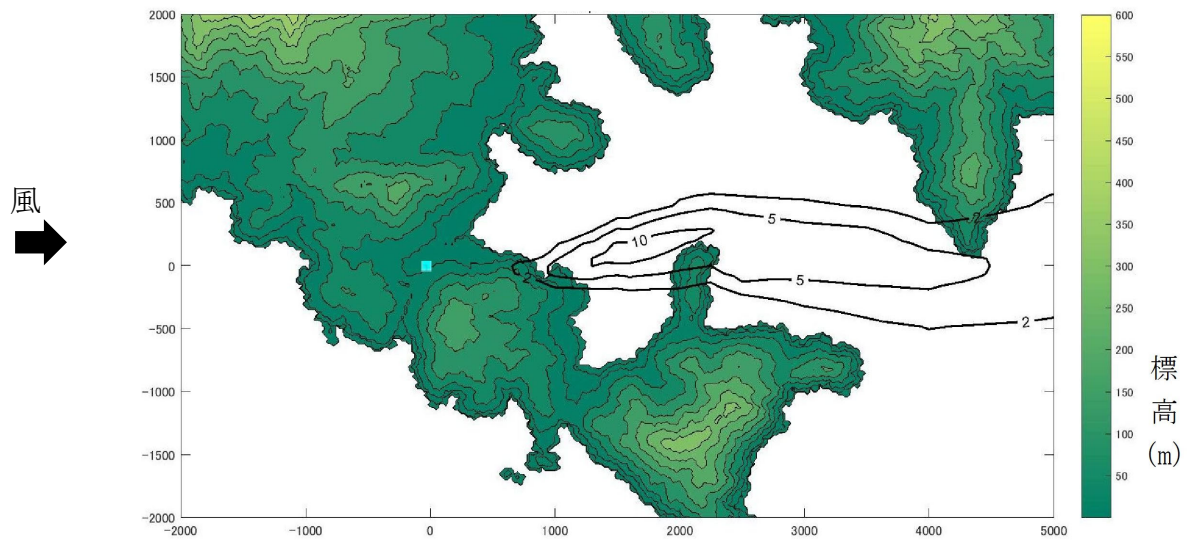
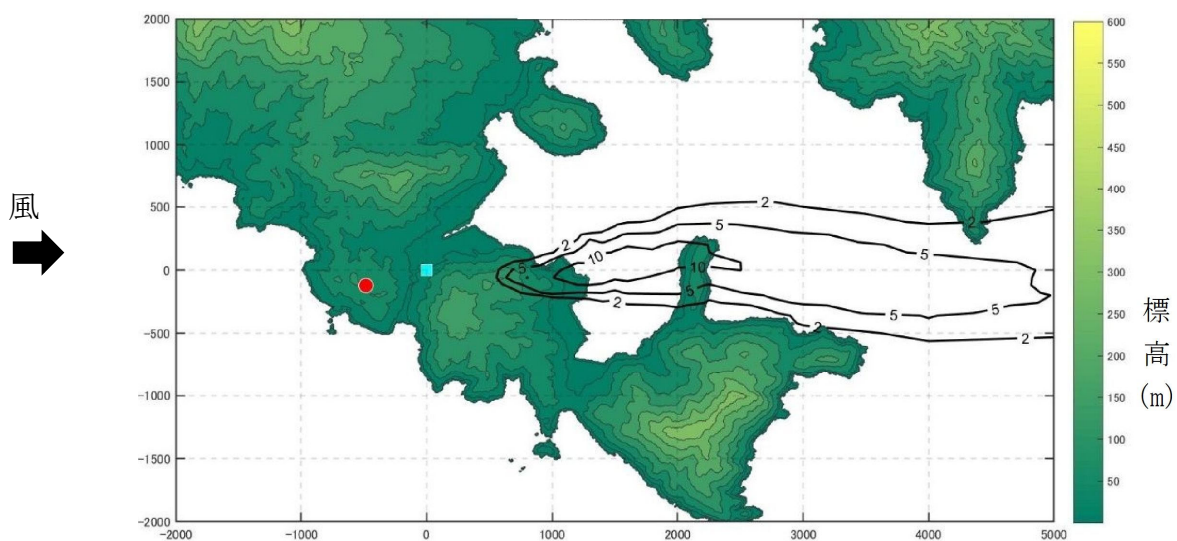


図 1 建屋周辺の気流概略図

(出典 : A USER'S GUIDE FOR THE CALPUFF DISPERSION MODEL,
EPA-454/B-95-006, July 1995)



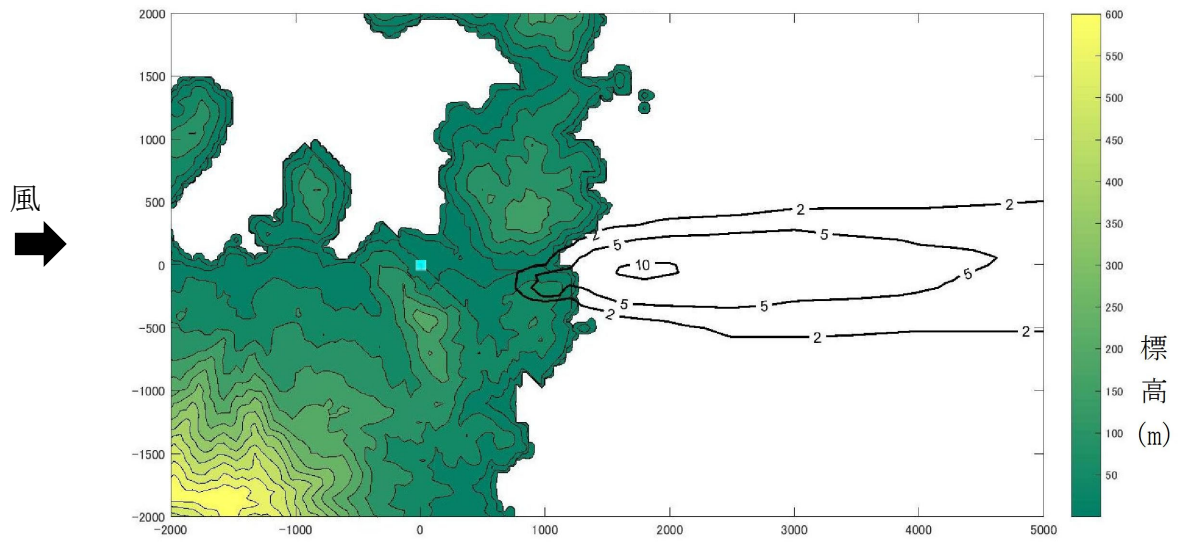
前回結果（保修点検建屋なし）



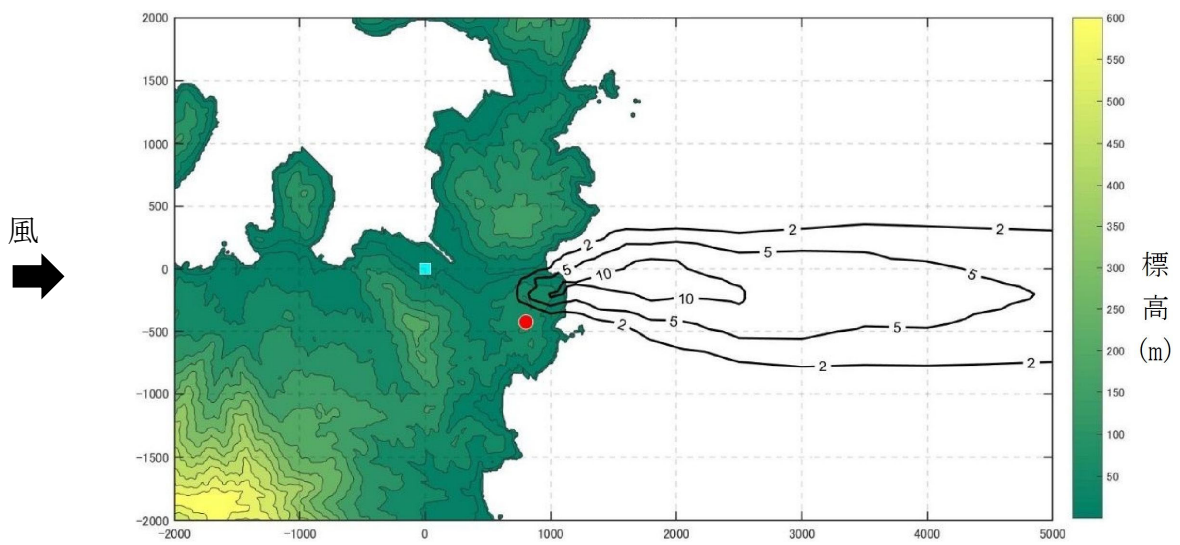
今回結果（保修点検建屋あり）

■：放出源位置、●：保修点検建屋

図 2-1 地表空气中濃度分布比較（1号炉の SSE 風向）



前回結果（保修点検建屋なし）



今回結果（保修点検建屋あり）

■：放出源位置、●：保修点検建屋

図 2-2 地表空气中濃度分布比較（3号炉のW風向）

高浜発電所 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉
原子力発電所の運転に伴い周辺環境に放出する放射性廃棄物による
発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価結果について

1. はじめに

平常運転時における発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価では、平常運転時において周辺環境に放出する放射性物質により一般公衆の受ける線量が、法令に定める限度を十分満足し、かつ「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」に定める線量目標値を満足することを確認するために、気体廃棄物中の希ガス、液体廃棄物中の放射性物質、気体廃棄物中及び液体廃棄物中のよう素のそれぞれの放出放射エネルギーから一般公衆の線量を評価した。

今回の申請における主な変更点は、3 号炉及び 4 号炉における S G 取替えによる気体廃棄物の放出量の変更、気象観測データの変更、点検建屋設置による放出源の有効高さの変更に伴う線量評価の変更としている。

また、放射性物質の放出量及び一般公衆の受ける線量は、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（以下「線量評価指針」という。）及び「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（以下「気象指針」という。）にしたがって評価し、大気中に放出される放射性物質による線量は、敷地における 2019 年 1 月から 2019 年 12 月までの 1 年間の気象資料及び点検建屋設置に伴う風洞実験による放出源有効高さを用いて算出した空気中濃度を基に計算し、海洋に放出される放射性物質による線量は、放水口での放射性廃棄物の濃度を基に計算した。

2. 気体廃棄物の年間放出量

気体廃棄物中の主な放射性物質は、1 次冷却材中に含まれる核分裂生成物のうち放射性希ガス（以下「希ガス」という。）及び放射性

よう素（以下「よう素」という。）であるため、これらの放射性物質に着目して年間放出量の計算を行う。

この計算の基本となる1次冷却材中の放射性物質濃度は、燃料被覆管欠陥率を1%とし、1次冷却材保有量、浄化系の性能等を考慮し計算する。

なお、原子炉の年間稼働率は80%を想定し、体積制御タンクの連続脱ガスは行わないことを前提とする。

(1) ガス減衰タンク及び水素再結合ガス減衰タンクからの放出量

原子炉運転中の1次冷却材中の希ガスは、反応度制御等により抽出された1次冷却材と共に冷却材貯蔵タンクに移行し、ほう酸回収装置で処理され分離された気体及び体積制御タンクの脱ガスでページされた気体は、水素再結合ガス減衰タンクに移行するとしている。

原子炉停止時の1次冷却材中の希ガスは、体積制御タンクでの1次冷却材の脱ガス操作により、ガス減衰タンクに移行するとしている。

また、冷却材ドレン中の希ガスは、原子炉運転中に抽出される1次冷却材と同様にほう酸回収装置で処理されることにより水素再結合ガス減衰タンクに移行するとしている。

ガス減衰タンク及び水素再結合ガス減衰タンクは、貯留した放射性廃棄物を減衰させた後に放出する運用を行っているとしている。

なお、1次冷却材中のよう素は、冷却材混床式脱塩塔で除去される効果及びガス減衰タンク及び水素再結合ガス減衰タンクで減衰する効果により、無視できるとしている。

したがって、これらの経路でガス減衰タンク及び水素再結合ガス減衰タンクに集められた希ガスが、ガス減衰タンク及び水素再結合ガス減衰タンクで減衰させた後に排気筒へ放出するものとして計算している。

(2) 原子炉停止時の原子炉格納容器換気による放出量

原子炉停止時の原子炉格納容器換気により放出される希ガス及

びよう素の放出量は、原子炉運転中に原子炉格納容器内でポンプ、弁等の機器から漏えいした1次冷却材及びドレン中の希ガス及びびよう素が空気中に移行し、定期検査時の放射線業務従事者の立入り前に、排気筒へ放出されるものとして、1次冷却材の漏えい率、漏えい1次冷却材中に含まれる放射性物質が空気中に移行する割合、格納容器空気浄化装置の捕集効率等を考慮して計算している。

(3) 原子炉格納容器減圧時の排気による放出量

原子炉運転中の原子炉格納容器内には、原子炉格納容器内制御用空気圧縮機により空気が送り込まれ、内圧が増加するため、減圧する必要がある。原子炉格納容器の減圧時の排気により放出される希ガス及びびよう素の放出量は、(2)と同様に、原子炉格納容器内で漏えいした1次冷却材及びドレン中の希ガス及びびよう素が空気中に移行し、減圧時に排気系より放出されるものとして計算している。

(4) 原子炉補助建屋の換気による放出量

原子炉補助建屋の換気により放出される希ガス及びびよう素の放出量は、(2)と同様に、原子炉補助建屋内でポンプ、弁等の機器から漏えいした1次冷却材及びドレン中の希ガス及びびよう素が空気中に移行し、排気系より放出されるものとして計算している。

(5) 定期検査時の放出量

1次冷却材中のよう素については、その一部が定期検査中の機器開放により放出されることから、定期検査中のよう素の放出量として、運転と原子炉停止の期間の割合から、運転期間の4分の1として計算するとしている。ただし、I-133については半減期が短いことから定期検査時に放出される量は、I-131に比べ少ないため、計算には考慮しないとしている。

したがって、定期検査時に放出されるよう素の放出量は、1次冷却材中に含まれるよう素のうちI-131が機器の補修等に伴って放出されるものとし、(2)、(3)及び(4)で求めたI-131放出量の4分の1が定期検査時に放出されるものとして計算している。

気体廃棄物放出量を計算するための評価条件を第 1 表に、1 次冷却材中の希ガス及びよう素の濃度を第 2 表に示す。

S G の取替えに伴い 1 次冷却材保有量体積の増加による影響を受けて 1 次冷却材抽出水量が増加する。

1 次冷却材中の希ガス及びよう素の放射能濃度は、1 次冷却材抽出水量が増加するため希釈されて若干減少する。なお、1 次冷却材中のほう素濃度及び炉心平均熱中性子束の変更はない。

以上の条件で計算した希ガス及びよう素の年間放出量を第 3 表に示す。S G の取替えにより 1 次冷却材保有量が増加することにより、1 次冷却材中の希ガス濃度が若干低下する。しかし、1 次冷却材抽出水量が増加して冷却材処理量が増えることにより、ガス減衰タンクからの希ガス放出量は S G の取替え前に比べて若干増加する。原子炉停止時の格納容器換気、格納容器の減圧排気、原子炉補助建屋の換気に伴う希ガス放出量は、1 次冷却材中の希ガス濃度が若干低下することにより低下する。合計の希ガス放出量は、その他の経路（原子炉停止時の格納容器換気、格納容器の減圧排気、原子炉補助建屋の換気）からの寄与よりも、ガス減衰タンクからの寄与が大きいため、S G の取替え前と同程度となる。

よう素は 1 次冷却材中の濃度が S G の取替えの影響をあまり受けず、影響が軽微であるため、放出量は S G の取替え前と同程度となる。

放射性気体廃棄物放出量における既許可への影響を第 4 表に示す。

第1表 気体廃棄物放出量の主な評価条件（3号炉及び4号炉）

項目	現行	今回	変更理由
炉心熱出力 (MWt)	2,652	同左	—
燃料被覆管欠陥率 (%)	1	同左	—
年間運転時間(日) [年間稼働率](%)	292 [80]	同左	—
1次冷却材保有量 (t)	186	195	S G 取替えによる
浄化系流量 (t/h)	13.5	同左	—
ほう酸回収装置で 処理される1次冷却 材抽出水量(t/y)	3,060	3,200	S G 取替えによる
炉心平均熱中性子 束 (n/(cm ² ・s))	4.3×10 ¹³	同左	—

第2表 気体廃棄物放出量評価における1次冷却材中の希ガス及び
 よう素の濃度（1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉）

（単位：Bq/g）

核種	1号炉※	2号炉※	3号及び 4号各炉
Kr-85m	7.09×10^4	7.12×10^4	7.49×10^4
Kr-85	2.70×10^4	2.72×10^4	5.53×10^3
Kr-87	4.12×10^4	4.14×10^4	4.39×10^4
Kr-88	1.22×10^5	1.23×10^5	1.31×10^5
Xe-131m	5.57×10^4	5.60×10^4	1.85×10^4
Xe-133m	9.62×10^4	9.66×10^4	6.09×10^4
Xe-133	6.39×10^6	6.43×10^6	2.77×10^6
Xe-135m	3.74×10^3	3.76×10^3	3.98×10^3
Xe-135	1.26×10^5	1.26×10^5	1.08×10^5
Xe-138	2.00×10^4	2.01×10^4	2.13×10^4
I-131	7.61×10^4	7.61×10^4	8.36×10^4
I-133	1.30×10^5	1.30×10^5	1.41×10^5

※：3号炉及び4号炉のSG取替えに伴う変更はなく値に変更はない。

第3表 希ガス及びよう素の年間放出量（3号炉及び4号炉）

（単位：Bq/y）

項目 核種	ガス減衰タンク及び水素再結合ガス減衰タンクからの排気	原子炉停止時の原子炉格納容器換気	原子炉格納容器減圧時の排気	原子炉補助建屋の換気	合計
Kr-85m	～0	2.1×10^{10}	3.9×10^9	1.8×10^{12}	1.8×10^{12}
Kr-85	1.3×10^{14}	1.7×10^{11}	1.6×10^{10}	1.3×10^{11}	1.3×10^{14}
Kr-87	～0	3.4×10^9	6.5×10^8	1.1×10^{12}	1.1×10^{12}
Kr-88	～0	2.2×10^{10}	4.2×10^9	3.1×10^{12}	3.1×10^{12}
Xe-131m	4.6×10^{13}	2.7×10^{11}	3.2×10^{10}	4.3×10^{11}	4.7×10^{13}
Xe-133m	1.1×10^{10}	2.0×10^{11}	3.4×10^{10}	1.5×10^{12}	1.7×10^{12}
Xe-133	4.0×10^{14}	2.1×10^{13}	3.1×10^{12}	6.5×10^{13}	4.9×10^{14}
Xe-135m	～0	6.3×10^7	1.2×10^7	9.3×10^{10}	9.3×10^{10}
Xe-135	～0	5.9×10^{10}	1.2×10^{10}	2.6×10^{12}	2.6×10^{12}
Xe-138	～0	3.1×10^8	5.9×10^7	5.0×10^{11}	5.0×10^{11}
放出量合計	5.7×10^{14}	2.2×10^{13}	3.2×10^{12}	7.6×10^{13}	6.8×10^{14}
γ線 実効エネルギー (MeV/dis)	3.4×10^{-2}	4.7×10^{-2}	4.9×10^{-2}	1.5×10^{-1}	4.7×10^{-2}
β線 実効エネルギー (MeV/dis)	1.7×10^{-1}	1.4×10^{-1}	1.4×10^{-1}	1.8×10^{-1}	1.7×10^{-1}

（単位：Bq/y）

項目 核種	原子炉停止時の原子炉格納容器換気	原子炉格納容器減圧時の排気	原子炉補助建屋の換気	定期検査時のよう素131	合計
I-131	1.1×10^9	1.2×10^9	2.0×10^9	1.1×10^9	5.3×10^9
I-133	1.4×10^9	3.3×10^8	3.3×10^9	—*	5.0×10^9

※：I-133については半減期が短いことから定期検査時に放出される量は、I-131に比べて少ないため計算には考慮しない。

第4表 放射性気体廃棄物放出量における既許可への影響

(単位：Bq/y)

核種		原子炉	既許可	変更後
希ガス		1号炉	1.1×10^{15}	←
		2号炉	1.1×10^{15}	←
		3号炉	6.8×10^{14}	←
		4号炉	6.8×10^{14}	←
		合計	3.5×10^{15}	←
よう素	I-131	1号炉	2.6×10^{10}	←
		2号炉	2.6×10^{10}	←
		3号炉	5.3×10^9	←
		4号炉	5.3×10^9	←
		合計	6.2×10^{10}	←
	I-133	1号炉	2.0×10^{10}	←
		2号炉	2.0×10^{10}	←
		3号炉	5.1×10^9	5.0×10^9
		4号炉	5.1×10^9	5.0×10^9
		合計	5.0×10^{10}	←

3. 液体廃棄物の年間放出量

液体廃棄物の発生源としては、1次系冷却材抽出水、冷却材ドレン、機器ドレン、床ドレン、洗浄排水等がある。

発生した液体廃棄物は、その性状に応じてそれぞれ、ほう酸回収装置、廃液蒸発装置でろ過、脱塩、蒸発濃縮等の処理を行い、処理水はその性状に応じて再処理または放射性物質の濃度が十分低いことを確認した後放出する。ただし、液体廃棄物の年間放出量は、評価上全量放出するものとする。

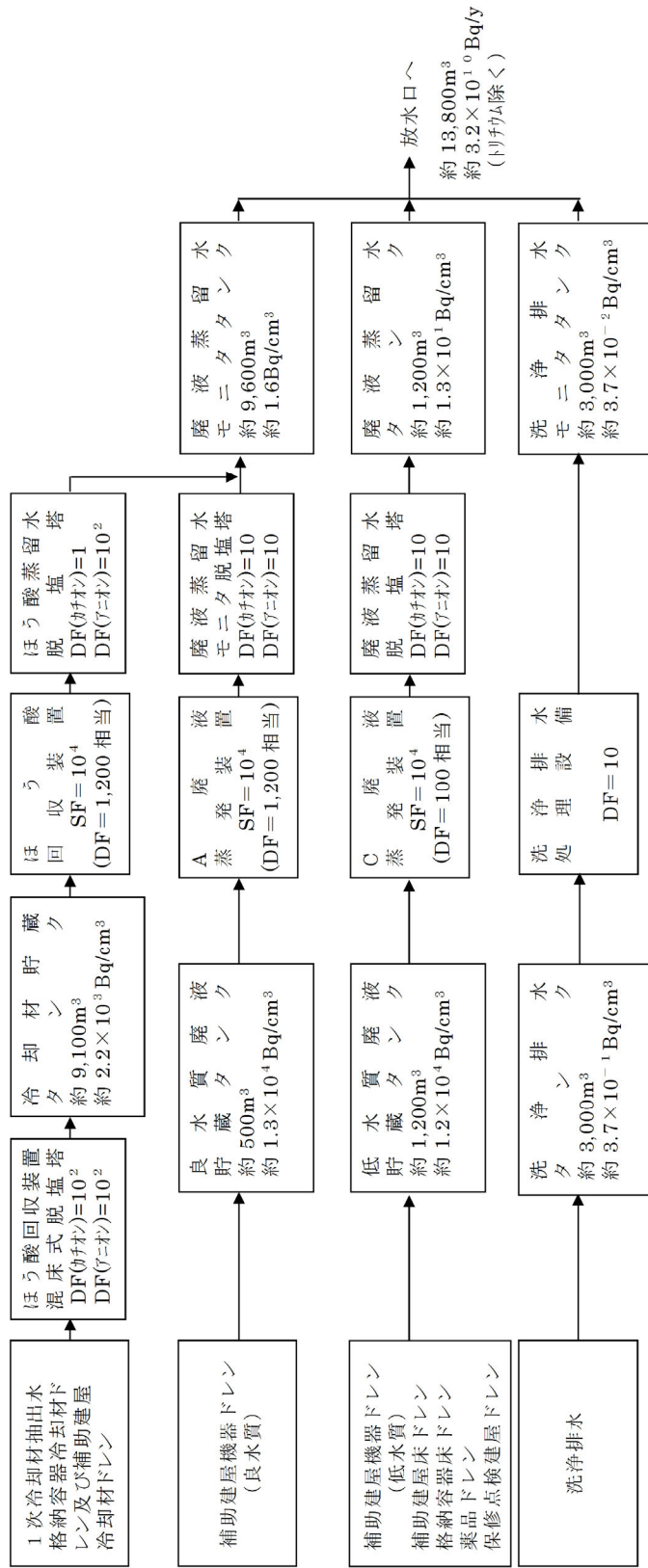
今回の3号炉及び4号炉では、SG取替えに伴い1次冷却材保有量の増加により1次系冷却材抽出水水量が若干増加することにより、冷却材貯蔵タンクからの年間処理量が若干増加することにより、液体廃棄物の年間放出量は約 $13,700\text{m}^3$ から約 $13,800\text{m}^3$ に、年間放出放射エネルギーは約 $3.1 \times 10^{10}\text{Bq}$ から約 $3.2 \times 10^{10}\text{Bq}$ に若干増加する。

また、保修点検建屋設置に伴い保修点検建屋ドレンを3号炉及び4号炉の液体廃棄物処理設備にて処理することになるが、3号炉及び4号炉の機器の保修点検作業にて発生するドレン量は、従来行っていた保修点検作業の場所を燃料取扱建屋から保修点検建屋に変更するものであり変更はなく、また、1号炉及び2号炉の機器の保修点検作業にて発生するドレン量は少量であることから、保修点検建屋ドレンによる液体廃棄物の年間放出量の変更はない。

なお、既許可において、海水中の放射性物質濃度は、液体廃棄物処理設備の運用の変動を考慮して液体廃棄物の放出量を3号炉及び4号炉の各号炉で $3.7 \times 10^{10}\text{Bq/y}$ と設定して評価していることから液体廃棄物の放射能濃度評価への影響はない。

よって、液体廃棄物年間推定放出量の3号炉4号炉合算値は、SG取替え前と比べて若干増加するものの、液体廃棄物の放射能濃度評価への影響はない。

液体廃棄物の液体廃棄物の年間推定発生量（3号炉及び4号炉合算）を第1図に示す。



(注) DF：出口濃度に対する入口濃度の比
SF：出口濃度に対する濃縮液濃度の比

第 1 図 液体廃棄物の年間推定発生量とその放射性物質の濃度（3号炉及び4号炉合算）

4. 実効線量の計算

実効線量は、線量評価指針及び気象指針に基づき計算している。計算には、S Gの取替えによる気体廃棄物の放出量の変更及び気象資料の変更に伴う線量評価の変更を含めている。

(1) 気体廃棄物中の希ガスによる実効線量

気体廃棄物中の希ガスによる実効線量の計算は、放射性雲からの γ 線による外部被ばくを対象に行っている。計算に当たっては、ガス減衰タンクからの排気及び原子炉停止時の原子炉格納容器換気を間欠放出、原子炉格納容器減圧時の排気及び原子炉補助建屋換気を連続放出とし、それぞれの放出モードにおける第3表の希ガスの年間放出量及び γ 線実効エネルギーを用いて計算している。

気体廃棄物中の希ガスの濃度は、気象指針に規定される式を用いて計算している。

実効線量の計算は、将来の集落の形成を考慮し、第2図に示すとおり2号原子炉を中心として16方位に分割したうちの陸側13方位の敷地境界外について、1号、2号、3号炉及び4号炉からの寄与を合算して行っている。

なお、線量評価にあっては、安全解析に使用した敷地において観測した2006年1月から2006年12月までの1年間の気象観測データは、最近の気象状態と比較して同等と判断できないことを確認しているため、最近の気象状態と比較して同等と判断された最新の2019年1月～2019年12月の気象観測データを評価条件に設定している。また、保修点検建屋設置により放出源の有効高さに影響することから、風洞実験の実施結果に基づく放出源の有効高さを評価条件に設定している。線量計算に用いた気象条件を第5表及び第6表に、線量計算に用いた放出源の有効高さを第7表に示す。

(2) 液体廃棄物中の放射性物質（よう素を除く）による実効線量

液体廃棄物中の放射性物質の実効線量の計算は、(3)でよう素に

よる実効線量を別途評価することからよう素を除き、トリチウムを含めて評価を行う。

液体廃棄物中の放射性物質（よう素を除く）による実効線量の計算は、原子炉施設の前面海域に生息する海産物を摂取することによって放射性物質を体内摂取した場合の内部被ばくを対象に行っている。人体への放射性物質の摂取率は、海水中の放射性物質濃度、海産物の濃縮係数、海産物の摂取量等を考慮して計算している。

なお、海水中の放射性物質濃度は、液体廃棄物処理設備の運用の変動を考慮して液体廃棄物の放出量は、液体廃棄物の放出量はトリチウムを除き1号、2号、3号及び4号各炉 3.7×10^{10} Bq/y、トリチウムについては、1号、2号、3号及び4号各炉 5.6×10^{13} Bq/yとし、年間放出量を年間の復水器冷却水等の量（放水口（1号及び2号炉共用）において各炉あたり 1.28×10^9 m³/y、放水口（3号及び4号炉共用）において各炉あたり 1.59×10^9 m³/y）で除した放水口（1号及び2号共用放水口、3号炉及び4号炉共用放水口）における濃度を用いている。

また、液体廃棄物中の放射性物質の核種組成は、線量評価指針に示されている組成を用いている。

(3) よう素による実効線量

よう素による実効線量の計算は、気体廃棄物及び液体廃棄物中のよう素に着目し、成人、幼児及び乳児がそれぞれ呼吸、葉菜、牛乳及び海産物を介してよう素を摂取する場合の内部被ばくを対象に行っている。

人体のよう素摂取率は、空気中又は海水中のよう素濃度、呼吸率、空気中のよう素が葉菜及び牛乳に移行する割合、海産物の濃縮係数、食物摂取量等を考慮して計算している。

a. 気体廃棄物中のよう素による実効線量

気体廃棄物中のよう素の地上空気中濃度は、原子炉停止時の原

子炉格納容器換気を間欠放出、原子炉格納容器減圧時の排気、原子炉補助建屋換気及び定期検査時の放出を連続放出とし、それぞれの放出モードにおける「2. 気体廃棄物の放出量評価」の第3表のよう素の年間放出量を用いて計算している。

気体廃棄物中のよう素の濃度は、(1)と同様に気象指針に規定される式を用いて計算している。

気体廃棄物中のよう素による実効線量は、濃度が最大となる地点の年平均地上空気中濃度を用いて、線量評価指針に従い、計算している。呼吸及び葉菜摂取については2号原子炉を中心として16方位に分割したうちの陸側13方位の敷地境界外において、牛乳摂取については牧草地で、それぞれ1号、2号、3号炉及び4号各炉からの寄与を合算して年平均地上空気中濃度を求めている。

b. 液体廃棄物中のよう素による実効線量

液体廃棄物中のよう素の海水中濃度は、(2)と同様の方法で求めた放水口における濃度を用いている。

液体廃棄物中のよう素による実効線量は、線量評価指針に従い、よう素の人体内での代謝パラメータが安定よう素の摂取量によって変化することを考慮し、安定よう素を多量に含んでいる海藻類を摂取する場合と摂取しない場合に分けて行っている。

c. 気体廃棄物中及び液体廃棄物中のよう素を同時に摂取する場合の実効線量

1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉からの気体廃棄物中及び液体廃棄物中のよう素を同時に摂取する場合の実効線量は、a.及びb.と同様に、線量評価指針に従い、評価を行っている。

(4) 線量評価結果

1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉からの気体廃棄物中の希ガスによる実効線量、液体廃棄物中の放射性物質（よう素を除く）による実効線量及びよう素による実効線量及びそれらを合計した結果

を第8表に示す。

a. 気体廃棄物中の希ガスによる実効線量

気体廃棄物中の希ガスによる実効線量は、2号原子炉を中心とした南南東方向約830mの地点で最大となり、年間約 $11\mu\text{Sv}$ である。

b. 液体廃棄物中の放射性物質（よう素を除く）による実効線量

液体廃棄物中の放射性物質（よう素を除く）による実効線量に変更はない。なお、実効線量は、1号及び2号炉共用の放水口で年間約 $2.1\mu\text{Sv}$ であり、3号炉の放水口で年間約 $1.7\mu\text{Sv}$ であることから、1号及び2号炉共用の放水口で年間約 $2.1\mu\text{Sv}$ とし、変更はない。

c. よう素による実効線量

よう素による実効線量の評価結果を第9表に示す。

(a) 気体廃棄物中のよう素による実効線量

気体廃棄物中のよう素の年平均地上空気中濃度が最大となる地点は、第2図に示したとおり2号原子炉を中心とした南南東方向約830mの地点であり、牧草地において年平均地上空気中濃度が最大となる地点は、第2図に示したとおり2号原子炉を中心とした西方向約2,770mの地点である。

気体廃棄物中のよう素による実効線量は、幼児が最大となり年間約 $1.2\mu\text{Sv}$ である。

(b) 液体廃棄物中のよう素による実効線量

液体廃棄物中のよう素による実効線量に変更はない。

なお、1号炉及び2号炉共用の放水口におけるよう素濃度から求めた実効線量は、海藻類を摂取する場合の乳児が最大となり年間約 $0.29\mu\text{Sv}$ である。

(c) 気体廃棄物及び液体廃棄物中のよう素による実効線量

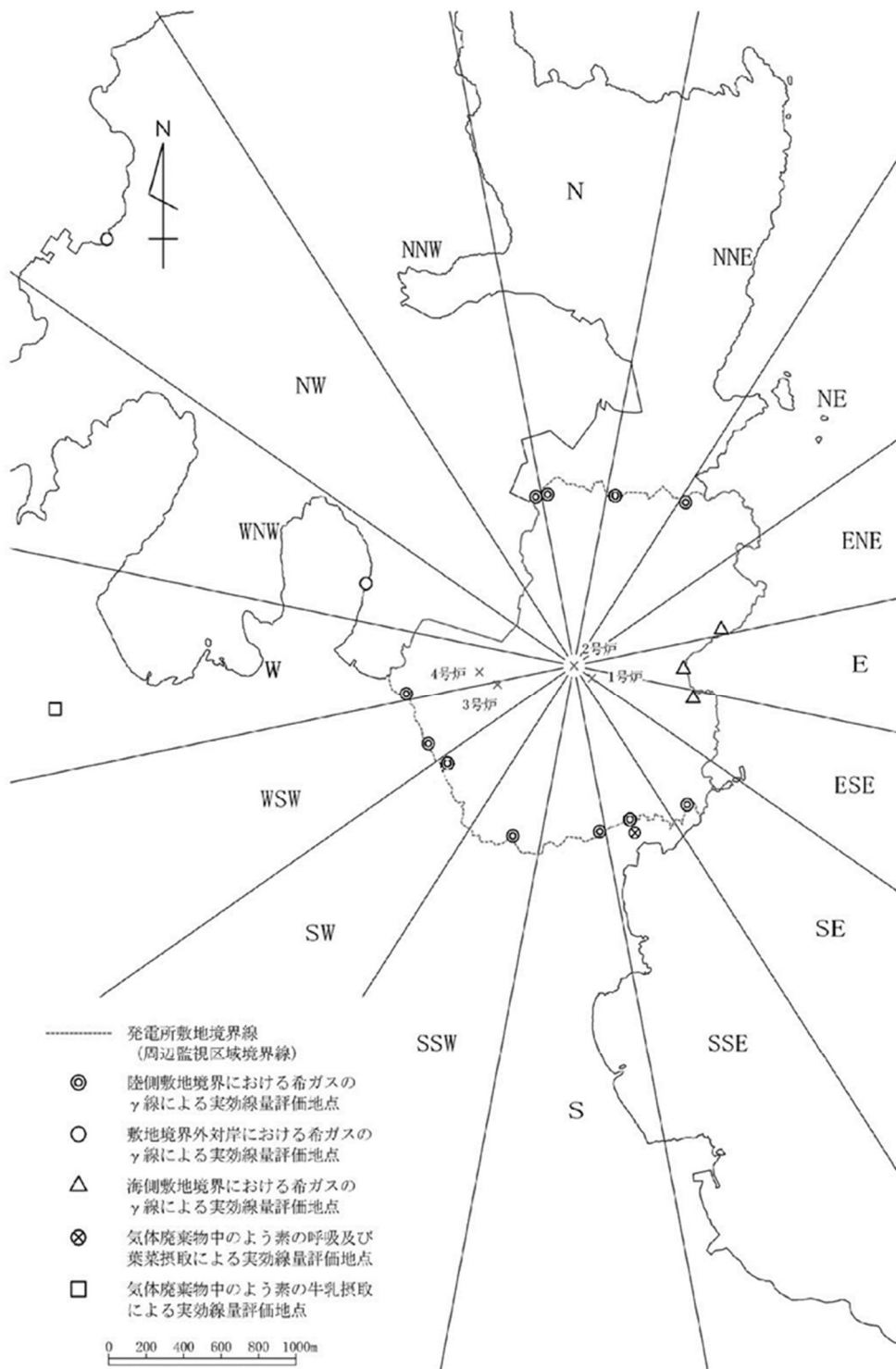
気体廃棄物及び液体廃棄物中のよう素による実効線量は、海藻類を摂取しない場合の幼児が最大となり年間約 $1.4\mu\text{Sv}$ である。

5. まとめ

今回の申請の平常運転時における発電所周辺の一般公衆の受ける線量評価では、SGの取替えによる気体廃棄物の放出量の変更及び気象資料の変更の反映に伴う変更を行い、気体廃棄物中の希ガス、液体廃棄物中の放射性物質、気体廃棄物中及び液体廃棄物中の元素のそれぞれの放出放射エネルギーから一般公衆の線量を評価した。

その結果、平常運転時に周辺環境に放出する放射性物質により一般公衆の受ける実効線量は年間約 $15 \mu\text{Sv}$ であり、この値は法令に定める限度を十分満足し、かつ「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」に定める線量目標値の年間 $50 \mu\text{Sv}$ を下回る。

なお、今回の線量評価における主な変更点は、3号炉及び4号炉におけるSG取替えによる気体廃棄物の放出量の変更、気象観測データの変更、保守点検建屋設置による放出源の有効高さの変更であり、既許可の線量評価に対して影響が大きかったものは気象観測データの変更であった。線量評価における変更点と既許可への影響を第10表に示す。



第2図 線量評価地点

第5表 線量計算に用いた気象条件(1)

計算地点の 方位L	方位Lへ向かう風の出現 頻度(%)		方位Lへ向かう風の大気安定度別出現回数 $N_{L,s}$ (y^{-1})						
	f_L	$f_{L,T}$ (注1)	A	B	C	D	E	F (注2)	
N	5.4	15.4	4	44	17	255	14	139	
NNE	4.2	11	3	43	20	183	21	94	
NE	1.4	6.9	1	17	6	60	2	39	
ENE	1.3	6.8	0	15	5	49	2	45	
E	4.1	17.6	2	25	5	196	14	119	
ESE	12.2	36.6	11	112	36	495	39	376	
SE	20.3	47.2	20	268	133	965	49	344	
SSE	14.7	40.2	12	93	75	843	50	211	
S	5.2	24.2	12	46	7	220	19	152	
SSW	4.3	15.7	35	104	10	135	3	91	
SW	6.2	14.9	118	214	26	126	2	62	
WSW	4.4	12.7	121	141	4	73	0	47	
W	2.1	10.2	24	63	0	48	1	45	
WNW	3.7	10.5	10	60	14	147	14	80	
NW	4.7	14.2	11	47	24	179	18	130	
NNW	5.8	15.9	9	52	10	255	12	167	

(注1) 着目方位及びその隣接2方向へ向かう風の出現頻度の和。

(注2) 大気安定度FはGを含む。

第 6 表 線量計算に用いた気象条件(2)

計算地点の 方位L	方位Lへ向かう風の大気安定度別風速逆数の総和 $S_{L,s}$ 及び平均 $\bar{S}_{L,s}$ (s/m)																	
	A		B		C		D		E		F ^(注)							
	$S_{L,s}$	$\bar{S}_{L,s}$	$S_{L,s}$	$\bar{S}_{L,s}$	$S_{L,s}$	$\bar{S}_{L,s}$	$S_{L,s}$	$\bar{S}_{L,s}$	$S_{L,s}$	$\bar{S}_{L,s}$	$S_{L,s}$	$\bar{S}_{L,s}$						
N	2.54	0.58	42.61	0.96	8.25	0.47	231.42	0.91	6.95	0.49	169.09	1.22						
NNE	1.97	0.62	29.20	0.67	7.16	0.35	121.57	0.66	7.06	0.33	88.46	0.94						
NE	1.46	1.31	17.46	1.03	2.36	0.38	63.36	1.06	0.81	0.40	52.92	1.37						
ENE	0.20	2.00	20.46	1.35	3.30	0.64	59.31	1.20	1.32	0.65	62.78	1.39						
E	2.55	1.12	30.89	1.23	3.19	0.61	170.34	0.87	7.52	0.53	149.92	1.26						
ESE	9.39	0.87	99.90	0.89	12.71	0.35	348.88	0.70	14.58	0.38	429.00	1.14						
SE	15.00	0.75	167.43	0.62	44.26	0.33	480.53	0.50	18.81	0.39	356.33	1.04						
SSE	10.73	0.93	77.61	0.83	26.14	0.35	354.23	0.42	19.72	0.40	207.40	0.98						
S	11.23	0.98	46.12	1.01	5.25	0.72	189.93	0.86	9.23	0.48	166.41	1.09						
SSW	28.29	0.81	95.26	0.91	8.62	0.83	138.37	1.03	1.88	0.62	109.83	1.20						
SW	73.52	0.62	145.19	0.68	13.17	0.51	143.30	1.14	0.68	0.34	93.70	1.52						
WSW	70.71	0.58	105.29	0.75	3.34	0.79	101.37	1.39	0.00	0.00	72.36	1.55						
W	15.74	0.67	61.87	0.98	0.19	2.00	66.39	1.38	1.02	1.00	64.18	1.43						
WNW	7.81	0.75	53.96	0.90	6.15	0.43	143.27	0.97	7.12	0.50	90.10	1.13						
NW	8.90	0.78	41.11	0.88	15.17	0.65	156.89	0.88	10.16	0.56	155.76	1.20						
NNW	7.75	0.91	53.76	1.04	5.99	0.58	261.13	1.03	9.70	0.80	213.23	1.28						

(注) 大気安定度FはGを含む。

第7表 線量計算に用いた放出源の有効高さ

	着目方位 2号炉か らの方位	放出源の有効高さ(m) [各炉からの方位]			
		1号炉	2号炉	3号炉	4号炉
陸 側 評 価 地 点	N	115 [NNW]	70 [N]	105 [NNE]	100 [NNE]
	NNE	75 [N]	70 [NNE]	115 [NNE]	140 [NE]
	NE	70 [NNE]	125 [NE]	165 [NE]	165 [NE]
	SE	80 [SE]	75 [SE]	115 [ESE]	125 [ESE]
	SSE	65 [SSE]	65 [SSE]	85 [SE]	90 [SE]
	S	95 [S]	90 [S]	85 [SE]	85 [SE]
	SSW	85 [SSW]	90 [SSW]	75 [S]	75 [SSE]
	SW	105 [WSW]	90 [SW]	55 [SW]	70 [SSW]
	WSW	105 [WSW]	60 [WSW]	55 [SW]	60 [SW]
	W	180 [W]	115 [W]	155 [W]	80 [WSW]
	WNW	115 [WNW]	80 [WNW]	85 [NW]	85 [NW]
	NW	140 [NW]	115 [NW]	150 [NW]	150 [NW]
	NNW	115 [NNW]	90 [NNW]	80 [N]	100 [NNE]
参考地点	ENE	125 [ENE]	85 [ENE]	105 [ENE]	105 [E]
	E	120 [E]	90 [E]	100 [E]	105 [E]
	ESE	120 [E]	70 [ESE]	105 [E]	105 [E]
牛乳 摂取 評価 地点	W	210 [W]	140 [W]	185 [W]	190 [W]

第8表 平常時線量評価結果

(1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)

(単位： $\mu\text{Sv}/\text{y}$)

項目	実効線量	備考
気体廃棄物中の希ガスによる実効線量	約 11	<ul style="list-style-type: none"> 評価方位は2号原子炉を中心としたSSE方位
液体廃棄物中の放射性物質（よう素除く）による実効線量	約 2.1	<ul style="list-style-type: none"> 3号炉及び4号炉（共用の放水口）で年間約$1.7\mu\text{Sv}$であるが、実効線量の合計に当たっては、1号及び2号炉（共用の放水口）の実効線量（約$2.1\mu\text{Sv}$）を用いる
よう素による実効線量	約 1.4	<ul style="list-style-type: none"> 呼吸及び葉菜摂取の評価方位は2号原子炉を中心としたSSE方位 牛乳摂取の評価方位は2号原子炉を中心としたW方位 海水中の放射性物質の濃度は1号及び2号炉共用の放水口における放射性物質の濃度を用いる
合計	約 15	<p>線量目標値である $50\mu\text{Sv}/\text{y}$を下回る</p>

第9表 よう素による実効線量評価結果
 (1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)

(単位： μ Sv/年)

		成人	幼児	乳児
a. 気体廃棄物中のよう素による実効線量		4.9×10^{-1}	<u>1.2</u>	8.7×10^{-1}
b. 液体廃棄物中のよう素による実効線量 (1号及び2号炉共用の放水口) ※	海藻類を摂取する場合	7.8×10^{-2}	2.4×10^{-1}	<u>2.9×10^{-1}</u>
	海藻類を摂取しない場合	7.6×10^{-2}	1.8×10^{-1}	1.4×10^{-1}
c. 気体廃棄物中及び液体廃棄物中のよう素を同時に摂取する場合の実効線量	海藻類を摂取する場合	1.1×10^{-1}	3.3×10^{-1}	4.1×10^{-1}
	海藻類を摂取しない場合	5.6×10^{-1}	<u>1.4</u>	1.0

※：3号炉及び4号炉のSG取替えに伴う変更はなく値に変更はない。

第 10 表 線量評価における変更点と既許可への影響
 (1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)

項目		既許可	変更後		
評価条件		—	放射性廃棄物の放出量の変更 ^{※1}		
			代表気象年の変更 ^{※2}		
			—		風洞実験による有効高さの変更 ^{※3}
線量評価	希ガス	約 7.2	←	約 11	約 11
	液体廃棄物	約 2.1	←	←	←
	よう素	約 1.2	←	約 1.5	約 1.4
	合計	約 11	←	約 15	約 15

※1: S G 取替えに伴う放射性廃棄物（希ガス、液体廃棄物、よう素）の放出量の変更を評価条件に反映

※2: 気象観測データを評価条件に反映（2006年から2019年に変更）

※3: 保修点検建屋設置に伴う風洞実験の有効高さを変換条件に反映

設置許可基準規則第 27 条の適合性に関する補足説明

1. 第 27 条の適合性

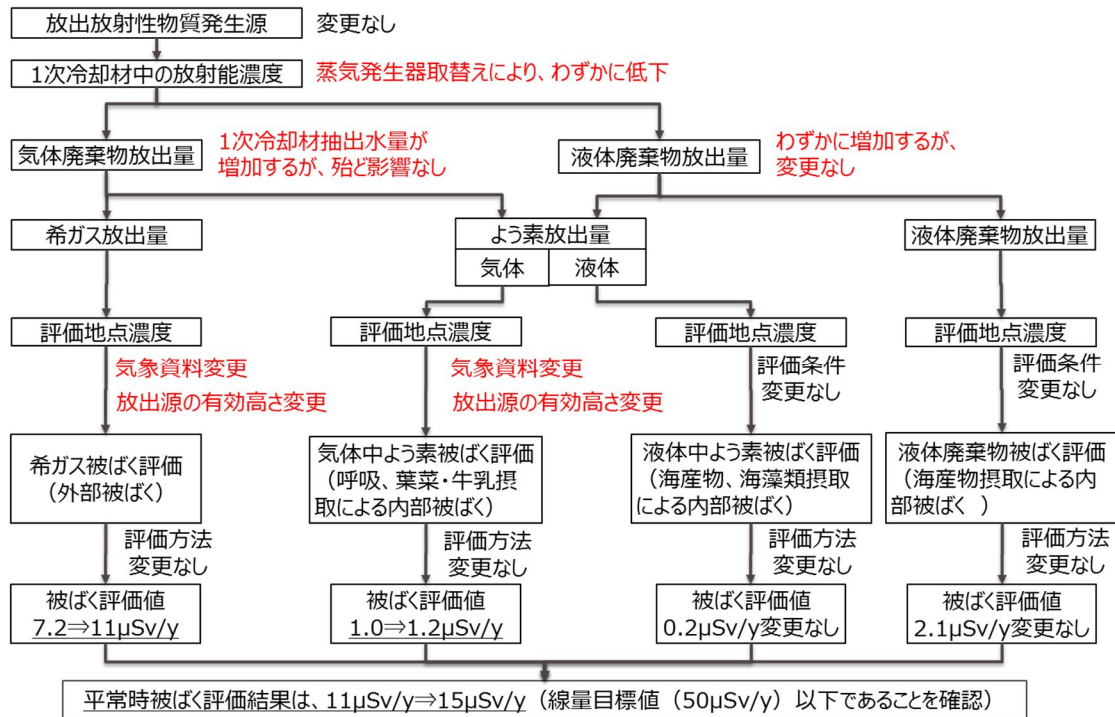
第 27 条（放射性廃棄物の処理施設）の適合性は以下の通り。

条文	設計方針	条文適合性の説明	関係性	
第 27 条	1 項号 1 号	<p>周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、「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」を満足できる設計とする。</p>	<p><u>蒸気発生器取替えにより、放射性廃棄物の放出量に影響することから、「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」を満足することを確認した。</u></p>	蒸気発生器取替え ●
		<p>蒸気発生器保管庫は、放射性廃棄物の貯蔵施設であり、放射性廃棄物の処理施設でないことから、関係しない。</p>	蒸気発生器保管庫設置 ×	
		<p><u>保守点検建屋設置により、保守点検建屋ドレンの経路が増加するが、発生量がわずかであり、被ばく評価に影響しない。</u></p>	保守点検建屋設置 ●	
	1 項号 2 号	<p>液体状の放射性廃棄物の処理に係るものにあつては、液体状の放射性廃棄物が漏えいすることを防止し、及び原子炉施設外へ液体状の放射性廃棄物が漏えいすることが防止できる設計とする。</p>	<p><u>蒸気発生器取替えにより、1 次冷却材の抽出水量がわずかに増加するが、既設の液体状の放射性廃棄物の処理能力に影響しない。</u></p>	蒸気発生器取替え ○
			<p>蒸気発生器保管庫は、放射性廃棄物の貯蔵施設であり、放射性廃棄物の処理施設でないことから、関係しない。</p>	蒸気発生器保管庫設置 ×
			<p><u>保守点検建屋は、施設から液体状の放射性廃棄物が漏えいすることを防止し、施設外へ液体状の放射性廃棄物が漏えいすることが防止できる設計とする。</u></p>	保守点検建屋設置 ○
	1 項号 3 号	<p>固体廃棄物処理施設は、廃棄物の圧縮、焼却、固化等の処理過程において放射性物質が散逸し難い設計とする。</p>	<p>蒸気発生器取替え、蒸気発生器保管庫設置、保守点検建屋設置は、固体廃棄物の処理施設に影響しないことから、関係しない。</p>	蒸気発生器取替え 蒸気発生器保管庫設置 保守点検建屋設置 ×

2. 平常時被ばく評価（第二十七条 1 項 1 号）

(1) 平常時被ばく評価の概略評価フローと今回評価の概要

平常時被ばく評価は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」、
「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」に基づき実施した。



平常時被ばく評価の概略評価フローと今回評価の概要

(2) 蒸気発生器取替えによる1次冷却材中の放射能濃度への影響

蒸気発生器取替えにおいては、放出放射性物質発生源に変更はないが、蒸気発生器取替えにより、伝熱管の直管長が長くなる等に伴い1次冷却材保有水量が、わずかに増加(186t⇒195t)する。

1次冷却材保有水量が、わずかに増加する希釈効果により、1次冷却材中の放射能濃度は、下表の通り、わずかに低下(▲4.6%～▲0.4%)する。

蒸気発生器取替えによる1次冷却材中の放射能濃度と変化割合

核種	3号及び4号各炉		
	放射能濃度(単位: Bq/g)		変化割合(%) (②-①)÷①
	S G取替え前 ①	S G取替え後 ②	
Kr-85m	7.81×10^4	7.49×10^4	▲ 4.1
Kr-85	5.56×10^3	5.53×10^3	▲ 0.5
Kr-87	4.59×10^4	4.39×10^4	▲ 4.4
Kr-88	1.36×10^5	1.31×10^5	▲ 3.7
Xe-131m	1.87×10^4	1.85×10^4	▲ 1.1
Xe-133m	6.23×10^4	6.09×10^4	▲ 2.2
Xe-133	2.82×10^6	2.77×10^6	▲ 1.8
Xe-135m	4.17×10^3	3.98×10^3	▲ 4.6
Xe-135	1.12×10^5	1.08×10^5	▲ 3.6
Xe-138	2.23×10^4	2.13×10^4	▲ 4.5
I-131	8.39×10^4	8.36×10^4	▲ 0.4
I-133	1.43×10^5	1.41×10^5	▲ 1.4

(3) 蒸気発生器取替え等による放出放射エネルギーへの影響

蒸気発生器取替えによる1次冷却材保有水量増加に伴い、1次冷却材中の放射能濃度がわずかに低下し、1次冷却材抽出水量が増加することから、気体廃棄物放出量及び液体廃棄物放出量への影響を以下に示す。

a. 気体廃棄物放出量

気体廃棄物放出量は、1次冷却材保有水量増加に伴い、1次冷却材中の放射能濃度がわずかに低下するが、ほう酸回収装置で処理される1次冷却材抽出水量の増加(3,060t/y⇒3,200t/y)に伴い放出量が増加することから、増減の影響が相殺され、気体廃棄物(よう素含む)の放出量は、殆ど影響しない(I-133がわずかに減少する)。

3号炉及び4号炉 気体廃棄物放出量 (Bq/y)

核種		SG取替え前	SG取替え後
希ガス		6.8×10^{14}	←
よう素	I-131	5.3×10^9	←
	I-133	5.1×10^9	5.0×10^9

b. 液体廃棄物放出量

液体廃棄物放出量は、ほう酸回収装置で処理される1次冷却材抽出水量の増加に伴い放射性廃棄物放出量が増加($3.1\text{E}+10\text{Bq/y} \rightarrow 3.2\text{E}+10\text{Bq/y}$)するが、従来より、液体廃棄物放出量は、運用を考慮して保守的($7.4\text{E}+10\text{Bq/y}$)に設定しており、この値を超えないことから、液体廃棄物放出量に変更はない。

また、保守点検建屋設置に伴う保守点検建屋ドレンは、発生量(約 $55\text{m}^3/\text{y}$)のうちの半量約 $28\text{m}^3/\text{y}$ は、3,4号炉で従来より発生したもので、実質の増量分は1,2号炉の約 $28\text{m}^3/\text{y}$ であり、全体ドレン発生量(約 $1,200\text{m}^3/\text{y}$)に対して約2%で、放出放射エネルギーは $1.1\text{E}+6\text{Bq/y}^*$ とわずかであるため、評価に影響しない。

※： $1.1\text{E}+6\text{Bq/y}$ (放出量) = $3,700\text{Bq/cm}^3$ (濃度：保守的に設定) $\times 2.8\text{E}+7\text{cm}^3/\text{y}$ (発生量) $\div 1\text{E}+5$ (処理装置での除去率)

(4) 気象資料の変更

a. 被ばく評価に用いる大気拡散評価条件の更新の考え方について

(a) 気象資料

平常時・事故時被ばく評価では、気象指針に基づき、発電所で観測した1年間の気象資料を用いて大気拡散評価を行うが、このとき、代表気象年の気象資料に対して至近10年間の観測記録による検定を行い、最近の気象状態と比較して代表性があることを確認したうえで、評価に使用している。

設置変更許可における気象資料の更新の考え方、本申請において2019年の気象資料に更新した経緯を以下に示す。

(b) 設置変更許可における気象資料の更新の考え方

- ・従来より、設置変更許可においては、平常時・事故時被ばく評価の内容を見直す申請案件があり（放出放射エネルギー、建屋内線源強度、放射線防護設計の変更等）、かつ、気象資料の更新が必要となった場合には、申請書に記載している気象資料（代表気象年）を見直すプロセスとしている。
- ・一方、気象資料の更新が不要であった場合には、被ばく評価にはこれまでの代表気象年の気象資料を使用し、申請書に記載の気象資料の見直しは行わない。

(c) 本申請において気象資料を更新した経緯

- 最近の気象状態と比較して代表性があることの確認は毎年実施するプロセスとしており、安全性向上評価届出書にその確認結果を記載している。既許可に記載の気象資料（2006年）から2019年の気象資料への更新及び平常時・事故時被ばく評価結果については、高浜3号炉（4号炉）の第3回安全性向上評価届出書に以下のとおり記載。

	2006年気象	2019年気象	線量目標値／判断基準
平常時被ばく	約11 μ Sv/年	約14 μ Sv/年	\leq 50 μ Sv/年
事故時被ばく	約2.8mSv	約3.1mSv	\leq 5mSv

- 本申請では、蒸気発生器取替えに伴う放出放射エネルギー等の変更を受け、平常時・事故時の被ばく評価を実施した。
- 上記で代表性を確認した2019年の気象資料は、最近の気象状態と比較して継続的に代表性があることを確認しており、本申請の被ばく評価において最新の評価条件として使用し、申請書に記載の気象資料（代表気象年）を見直した。

b. 気象資料の代表性の確認結果及び傾向の違いについて

(a) 気象資料の変更に伴う検定結果

「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づき、既許可の平常運転時及び設計基準事故時の被ばく評価は、敷地において観測した 2006 年 1 月から 2006 年 12 月までの 1 年間の気象資料を用いて実施しているが、この気象資料が長期間の気象状態を代表しているかどうかの検定を行ったところ、代表性がないことを確認している。

このため、本申請においては、最近の長期間の気象状態と比較して代表性があると判断した 2019 年 1 月から 2019 年 12 月の気象資料を用い、評価を行っている。

以下に 2019 年の気象資料が長期間の気象状態を代表していることを確認した検定結果を示す。

ア. 検定方法

(ア) データ統計期間

統計年：2010 年 1 月～2020 年 12 月(10 年間)

(2019 年 1 月～2019 年 12 月を除く)

検定年：2019 年 1 月～2019 年 12 月(1 年間)

(イ) 検定方法

風向別出現頻度（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%）を行い、棄却個数が 3 個以下の場合は、気象データに代表性があると判断

イ. 検定結果

下表に示すとおり、棄却個数が 1 個であることから、2019 年の気象データが長期間の気象状態を代表していると判断

異常年検定結果

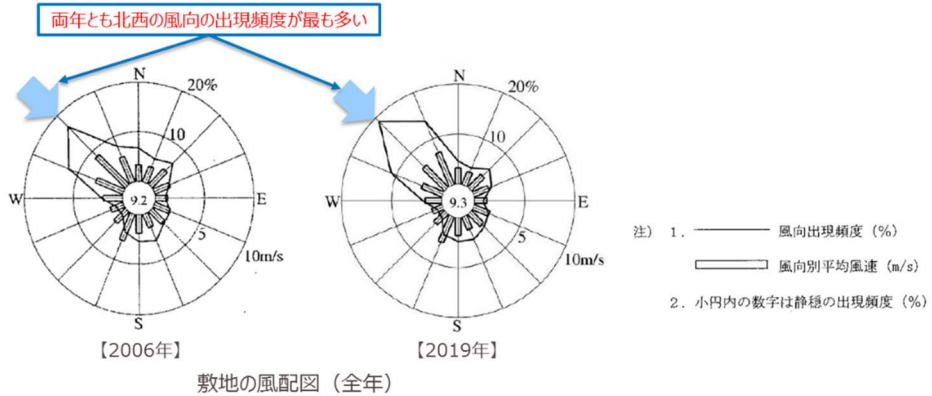
観測項目	検定結果 (棄却個数)	<参考> 2006 年検定結果
風向別出現頻度	1 個	2 個
風速階級別出現頻度	棄却項目なし	3 個

(b) 気象資料の変更に伴う気象の傾向(1/4)

ア. 風向 (標高約 81m の例)

観測結果からみた特性

▶排気筒高さ付近を代表する標高約 81m における風向分布は、2006年、2019年ともに年間を通じ北西の風が多く出現



○大気拡散評価への影響について (考察)

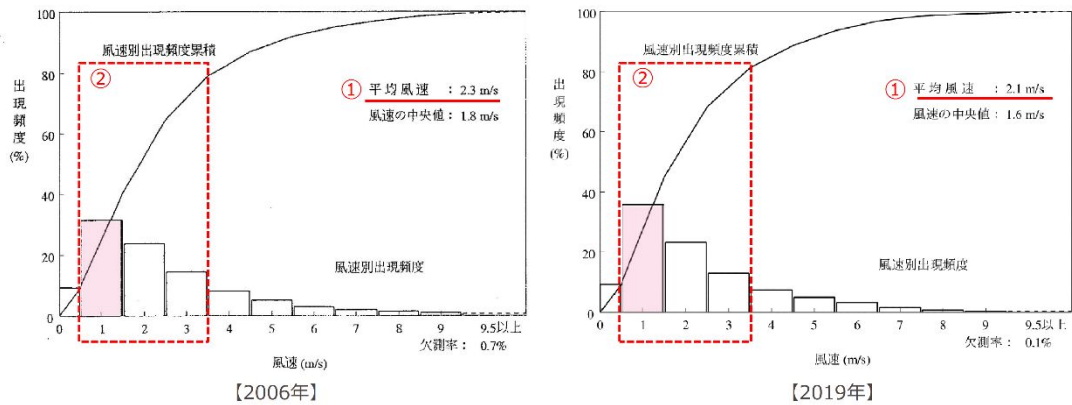
風向の傾向に違いはなく、また 16 方位の評価地点 (敷地境界) を対象に線量が最大となる評価地点を求めていることから、評価への影響に与える可能性は低い。

(b) 気象資料の変更に伴う気象の傾向(2/4)

ア. 風速 (標高約 81m の例) (1/2)

(ア) 観測結果からみた特性 (全風速)

- ① 年平均風速は、2006 年が 2.3m/s、2019 年が 2.1m/s であり、2019 年の方がわずかに低下
- ② 2006 年、2019 年ともに年間を通じて 1~3m/s 程度の風が比較的多い。



年間風速別出現頻度及び風速別出現頻度累積

(b) 気象資料の変更に伴う気象の傾向(3/4)

ア. 風速 (標高約 81m の例) (2/2)

(ア) 観測結果からみた特性【低風速】

- ① 拡散の小さい低風速 (0.5m/s～2.0m/s) の出現頻度は、2006年が 47.0%、2019年が 51.7%であり、2019年の方が約 5%増加

① 低風速 (0.5～2.0m/s) の出現頻度

気象年	出現頻度 (%)
2006 年	47.0
2019 年	51.7 <u>(2006 年と比べ、約 5%の増加)</u>

イ. 風速 (標高約 81m の例) (2/2)

大気拡散評価の評価式は、気象指針の基本拡散式に基づき以下のとおりとしている。

(平常運転時の排気筒からの地表空气中濃度の評価式の例)

$$x(x,y,0) = \frac{Q}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$x(x,y,0)$: 点(x,y,0)における放射性物質の濃度(Bq/m³)
 Q : 放出率(Bq/s)
 U : 風速(m/s)
 H : 放出源の有効高さ(m)
 σ_y : 濃度分布の y 方向の拡がりのパラメータ(m)
 σ_z : 濃度分布の z 方向の拡がりのパラメータ(m)

風速 (U) が小さいほど地表空气中濃度は大きくなるため、低風速の出現頻度が増加する傾向は、評価に厳しい結果を与える可能性がある。

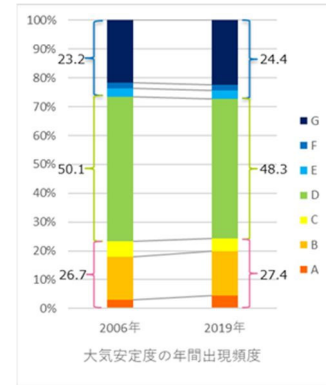
(b) 気象資料の変更に伴う気象の傾向(4/4)

ア. 大気安定度

観測結果からみた特性、傾向の違い

- 2006年、2019年ともに年間を通じてD型が多く出現している。
- 2006年と2019年の大気安定度の年間出現頻度は下表および下図の通り。

気象年	拡散の大きい A～C型の合計	D型 (中立)	拡散の少ない E～G型の合計
2006年	23.2%	50.1%	26.7%
2019年	24.4%	48.3%	27.4%

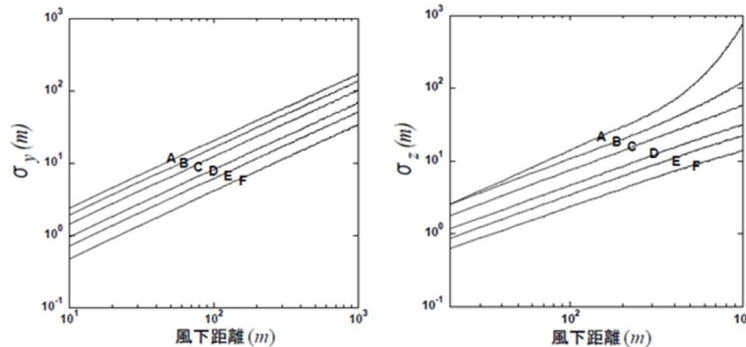


<参考>

大気安定度：大気の上下混合の程度を表す指標。大気の乱れの状態を A～G 型で表し、A は最も不安定な状態、G は最も安定な状態として分類している。

○大気拡散評価への影響について（考察）

- 大気安定度別の拡がりパラメータ σ_y 及び σ_z は、気象指針に基づき右上図のとおり設定している。
- A型からF型になるにつれ拡がりパラメータは低下し、評価上厳しい結果を与えるが、大気安定度の年間出現頻度の傾向に大きな違いがないことから、評価への直接的な影響はないと考えられる。



(c) 気象資料の変更に伴う平常時被ばく（大気拡散）評価への影響(1/2)

ア. 気象資料の変更に伴う影響

希ガス、気体中のよう素濃度が最大となる方位である南南東（風向：北北西）の気象資料の特徴としては、有意な風速の低下（風速逆数の平均の増加）は見られず、風の出現回数が増加している。

平常時被ばくに用いる大気安定度別風速逆数の総和(s/m)※ は、2006年に比べ2019年が、1.3倍～3.6倍に増加することにより、評価地点の濃度（希ガス、気体中のよう素）が増加する。

※：大気安定度別風速逆数の総和＝大気安定度別風速逆数の平均×風の出現回数

大気安定度別風速逆数の平均 (s/m) [方位：南南東（風向：北北西）]

項目	A	B	C	D	E	F
2006年気象 (①)	0.96	0.83	0.43	0.53	0.34	1.02
2019年気象 (②)	0.93	0.83	0.35	0.42	0.40	0.98
②/①	1.0	1.0	0.8	0.8	1.2	1.0

風の出現回数 (回) [方位：南南東（風向：北北西）]

項目	A	B	C	D	E	F
2006年気象 (①)	3	70	45	475	26	133
2019年気象 (②)	12	93	75	843	50	211
②/①	4.0	1.3	1.7	1.8	1.9	1.6

大気安定度別風速逆数の総和 (s/m) [方位：南南東（風向：北北西）]

項目	A	B	C	D	E	F
2006年気象 (①)	2.94	58.09	19.53	248.98	8.78	134.21
2019年気象 (②)	10.73	77.61	26.14	354.23	19.72	207.40
②/①	3.6	1.3	1.3	1.4	2.2	1.5

イ. 気象資料の変更に伴う平常時被ばく評価への影響

大気安定度別風速逆数の総和が増加することより、大気拡散評価の評価式の関係（放射性物質の濃度と風速逆数の総和は比例関係）から、評価地点の濃度（希ガス、気体中のよう素）の増加により、被ばく評価値が増加（希ガスの場合：1.4倍）する。

被ばく評価値[希ガスの例] (μ Sv/y) [方位：南南東（風向：北北西）]

項目	被ばく評価値	評価結果
2006年気象 (①)	7.17	7.2 (有効数字3桁目切上げ)
2019年気象 (②)	10.1	11 (有効数字3桁目切上げ)
②/①	1.4	-

(注) 蒸気発生器取替えを反映している

(5) 被ばく評価に用いる放出源の有効高さの更新について

a. 風洞実験の実施及び放出源の有効高さの更新の考え方

平常時・事故時被ばく評価では、気象指針に基づき、発電所周辺を再現した模型を使用した風洞実験により「放出源の有効高さ」を求め、大気拡散評価に使用している。

(a) 風洞実験の実施の考え方

○風洞実験は、前回実験した際の敷地内の建屋配置状況から新たに建屋の設置（予定）があり、新設建屋の高さを 2.5 倍した値に建屋設置面の標高を加えた値が、排気筒の高さ以上になる場合において実施し、「放出源の有効高さ」への影響を確認するプロセスとしている。

(b) 風洞実験の実施と本申請における放出源の有効高さの更新

○今回設置予定の保修点検建屋は上記考え方に該当するため、風洞実験に用いる発電所周辺を再現した模型に同建屋を反映し、放出源の有効高さへの影響を確認した。

①建屋高さ [設置面からの高さ]	②建屋設置面 [標高]	①×2.5+②	排気筒高さ [標高]
約20m	約78m	約130m	約84m

○風洞実験は、既許可添付書類六「2.6 参考資料」に記載の高浜発電所風洞実験報告書（平成 31 年 2 月）と同じ方法により実施した。

○大気拡散評価に用いる「放出源の有効高さ」は、実験値を 5m 単位で厳しめに丸めた値を設定しているが、実験の結果、一部の評価対象方位において保修点検建屋の影響が認められたことから、本申請の被ばく評価では、今回の実験で得られた「放出源の有効高さ」を最新の評価条件として使用した。

b. 保修点検建屋設置に伴う放出源の有効高さの影響の確認結果

保修点検建屋設置に伴う風洞実験を実施した結果、保修点検建屋設置による放出源の有効高さの影響で、以下の2点が確認されたことから、全方位の風洞実験を行い平常時被ばくに反映した。

➤ 1号炉の風向 SSE (方位 NNW)

保修点検建屋が1号炉排気筒の風上にある風向

有効高さ：125m⇒115m (△10m)

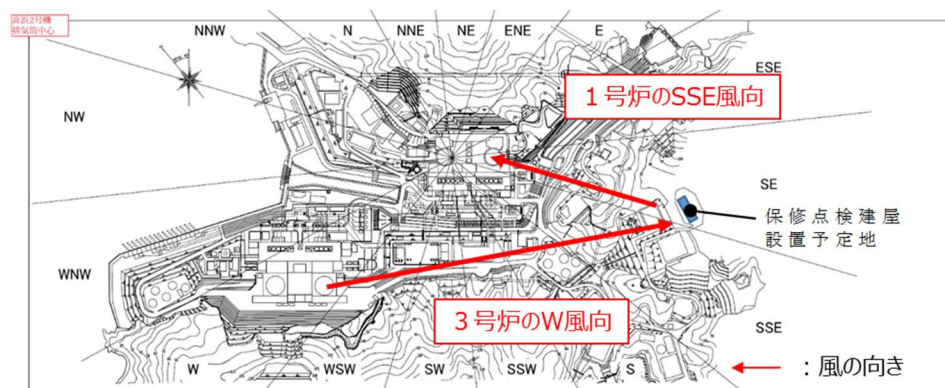
(考察) 1号炉の SSE 風向で排気筒を通過する気流は、風上に増設した保修点検建屋によって発生した渦も伴うことから、放出源から徐々に降下してくるガスの地表面着地を促す効果が強まることにより、ガスが地表に着地しやすくなるため、放出源から地表面への着地までの距離が短くなり着地濃度が高くなるものと推定される。

➤ 3号炉の風向 W (方位 E)

保修点検建屋が3号炉排気筒の風下にある風向

有効高さ：122m⇒103m (△19m)

(考察) 3号炉の風向 W で排気筒から放出されたガスの着地点近傍に保修点検建屋が増設されている。そのため、上空から保修点検建屋周辺に徐々に下降してきたガスは、保修点検建屋によって発生する渦に巻き込まれることでガスが着地しやすくなり、着地濃度が高くなる。その結果、有効高さが低くなったと考えられる。



- c. 放出源有効高さの変更に伴う平常時被ばく（大気拡散）評価への影響
 希ガス、気体中のよう素濃度が最大となる方位であるの南南東（風向：北北西）の放出源の有効高さは、2006年に比べ2019年が、1，2号炉は低下し、3，4号炉は増加している。

風洞実験の放出源の有効高さ(単位:m)

(2号炉から着目方位：南南東（風向：北北西）の評価地点)

項目	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉
前回風洞実験結果	80	70	80	85
今回風洞実験結果	65	65	85	90

(注) 今回の風洞実験は、前回と同じ方法で実施している。

大気拡散評価の評価式から、放出源の有効高さ(H)が、小さいほど地表空气中濃度は大きくなる。

放出源の有効高さは、低下すると評価地点の濃度（希ガス、気体中のよう素）の増加により、被ばく評価値が増加するため、1，2号炉は増加し、3，4号炉は低下するが、発電所合計の評価結果は変わらない。

被ばく評価値[希ガスの例]（単位： μ Sv/y）

(2号炉から着目方位：南南東（風向：北北西）の評価地点)

項目	被ばく評価値					評価結果
	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	合計	
前回風洞実験結果 (①)	3.08	3.08	2.14	1.83	10.12	11 (有効数字3桁目切上げ)
今回風洞実験結果 (②)	3.60	3.24	2.04	1.75	10.62	11 (有効数字3桁目切上げ)
②/①	1.17	1.05	0.95	0.96	-	

(注) 蒸気発生器取替え及び2019年気象を反映している。

(6) 蒸気発生器取替えに伴う平常時被ばく評価結果

蒸気発生器取替えに伴う放出放射エネルギーの変更を受け、平常時被ばく評価を実施した。

評価に当たっては、大気拡散評価に用いる評価条件のうち、以下を反映した。

- ①気象資料の更新（既許可：2006年 → 本申請：2019年）
- ②放出源の有効高さの更新（点検建屋の影響を反映）

【被ばく評価への影響】

既許可に対する蒸気発生器取替え、気象資料の更新(①)及び放出源の有効高さの更新(②)による被ばく評価への影響について、比較した結果を以下に示す。

	平常時被ばく	(参考) 事故時被ばく [※]
既許可	約 11 μ Sv/年	約 2.8mSv
蒸気発生器取替え (2006年気象)	約 11 μ Sv/年	約 2.7mSv
蒸気発生器取替え ①気象資料の更新 (2019年気象)	約 15 μ Sv/年	約 3.0mSv
蒸気発生器取替え ①気象資料の更新 (2019年気象) ②放出源の有効高さの更新	約 15 μ Sv/年	約 3.0mSv
線量目標値/判断めやす	\leq 50 μ Sv/年	\leq 5mSv

※：線量が最大となる蒸気発生器伝熱管破損の評価結果

①については1~3割増加する程度の影響であり、②については有意な影響がなく、いずれも線量目標値を下回る。

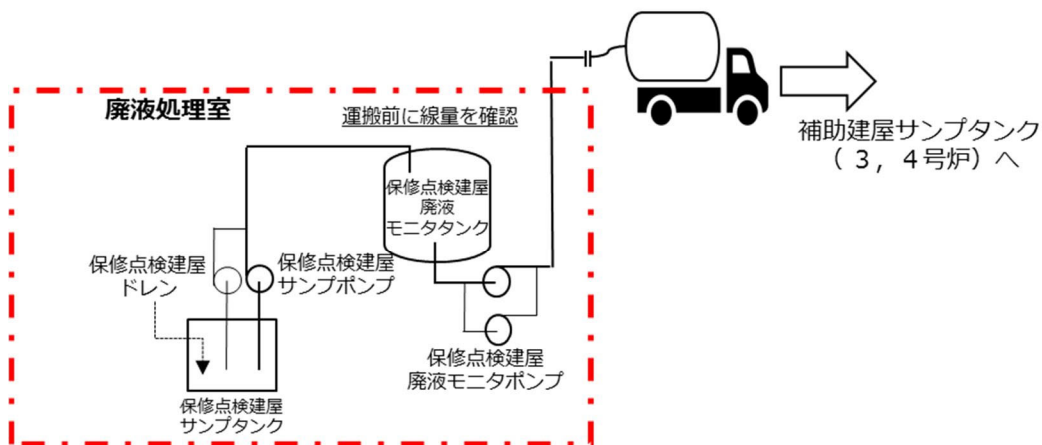
3. 保守点検建屋設置に伴う第二十七条 1 項 2 号の適合性

(1) 保守点検建屋設置

保守点検建屋で行う作業より発生する保守点検建屋ドレンは、作業エリアより、地階の廃液処理室に設置する保守点検建屋サンプ経由で保守点検建屋廃液モニタタンクに集積し、液体状の放射性廃棄物が漏えいすることを防止し、及び原子炉施設外へ液体状の放射性廃棄物が漏えいすることが防止できる設計とする。

なお、保守点検建屋に集積した液体廃棄物は、事前に放射能濃度を測定したうえで、3号炉及び4号炉共用の補助建屋サンプタンクに運搬し、3号及び4号炉共用の廃液処理施設にて処理する。

また、廃液は既設の処理施設で処理し、ドレンの増量分は1号及び2号炉の約28m³/yであり、全体ドレン発生量(約1,200m³/y)に対して約2%とわずかであるため処理能力に影響せず、既存の漏えい防止対策に変更はない。



保守点検建屋廃液処理概略系統

(2) 蒸気発生器取替え

蒸気発生器取替えにより、1次冷却材の抽出水量がわずかに増加(100m³/y)するが、冷却材貯蔵タンクの液体廃棄物量(9,000m³/y)に対して、わずか(約1%)であることから、既設の液体状の放射性廃棄物の処理能力に影響せず、既存の漏えい防止対策に変更はない。