

# 2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

2022年2月16日（第31回）



東京電力ホールディングス株式会社

2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書

## 1. 2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価シナリオ

2号燃料取扱設備の内、地震影響に対する裕度が小さいクレーン旋回輪軸受取付ボルトが破損したと想定し<sup>※1</sup>、公衆被ばくに至るシナリオとして、以下の3つが考えられる。

- ① 燃料取扱設備クレーンが使用済燃料プール内に落下し、プールのライナーが破損することで水位が低下する
- ② 燃料取扱設備クレーンが使用済燃料プール内に落下し、燃料が破損する
- ③ 燃料取り出し用構台で吊り下ろし作業中の構内用輸送容器が地上に落下し、燃料が破損する

地震によりこれらのシナリオが発生したと仮定し、敷地境界における線量を評価する。なお、シナリオ①と②については同時に起こることを考える。

## 2. 燃料取扱設備クレーンの使用済燃料プールへの落下(シナリオ①, ②)

## 2.1. 使用済燃料プールライナーの破損による線量の上昇(シナリオ①)

## (1) 評価方法

本シナリオの線量率評価は、以下の前提に基づき評価する。

- a. 2号機使用済燃料プールのプール水が全喪失した場合の使用済燃料および制御棒のスカイシャイン線、直接線による敷地境界へ与える線量影響を評価した。

なお、使用済燃料の冷却期間は10年以上経過しており、短半減期核種は減衰し、長半減期核種が支配的であるため、6号機の解析結果を元に、2号機との使用済燃料の体数比、制御棒の本数、制御棒の種類に応じた線源強度比、冷却期間から比例計算する。6号機の解析条件は別添1の通りであり、その解析結果(6号機原子炉建屋から900m地点)を表1に示す。

表1 6号機解析結果

	使用済燃料[mSv/h]	制御棒[mSv/h]	合計[mSv/h]
900m 地点	$2.3 \times 10^{-5}$	$9.0 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-4}$

- b. 放出点を使用済燃料プールとし、評価点は使用済燃料プール中心からの距離が最も短い地点とする。
- c. 図1に評価モデルを示す。

<sup>※1</sup> 公衆被ばくに至るシナリオを定めるため、「福島第一原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書」(東京電力株式会社, 平成20年3月31日)にて作成した解放基盤表面で定義される新規制基準によらない従来の基準地震動 Ss(最大加速度 600gal)及び弾性設計用地震動 Sd(最大加速度 300gal)で評価した結果より、地震影響に対する裕度が最も小さいクレーン旋回輪軸受取付ボルトが破損したと想定した。

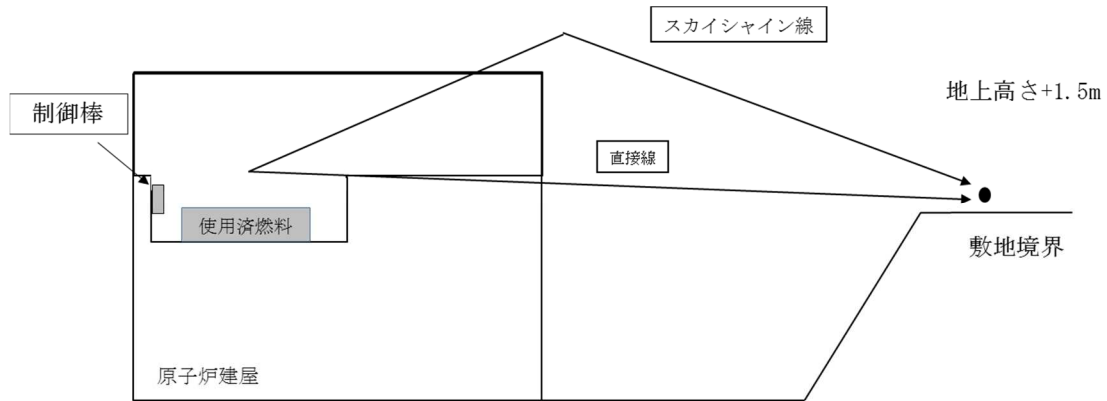


図 1 評価モデルの概要

- d. 使用済燃料および制御棒の線量影響は(1)式, (2)式の通り評価する。

$$H_{F1} = H_{F2} \times \frac{N_{F1}}{N_{F2}} \quad (1)式$$

$H_{F1}$ : 2号機の使用済燃料の線量率[mSv/h]

$H_{F2}$ : 6号機の使用済燃料の解析結果[mSv/h]

$N_{F1}$ : 2号機の使用済燃料体数[体]

$N_{F2}$ : 6号機の使用済燃料体数[体]

$$H_{C1} = H_{C2} \times \frac{N_{C1}}{N_{C2}} \times \frac{S_1}{S_2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{(t1-t2)}{T}} \quad (2)式$$

$H_{C1}$ : 2号機の制御棒の線量率[mSv/h]

$H_{C2}$ : 6号機の制御棒の解析結果[mSv/h]

$N_{C1}$ : 2号機の制御棒の本数[本]

$N_{C2}$ : 6号機の制御棒の本数[本]

$S_1$ : 2号機の線源強度比[-]

$S_2$ : 6号機の線源強度比[-]

$t1$ : 2号機の冷却期間[年]

$t2$ : 6号機の冷却期間[年]

$T$ : Co-60の半減期(5.27)[年]

## (2) 評価条件

本シナリオの線量率評価条件を表 2 に示す。

なお, 制御棒の評価対象はハンガーラックに装荷しているものとする。

表 2 評価条件

	使用済燃料			制御棒		
	体数[体]	燃焼度 [GWd/t]	冷却期間[年]	本数[本]	線源強度 比 <sup>※2</sup> [-]	冷却期間 [年]
2号機	587	49	9.8	28	0.64	9.7
6号機	1456	51	9.9	27	1.0	13.8

## (3) 評価結果

上記の評価条件に基づき敷地境界線量は表 3 の通りである。

表 3 2号機評価結果

	使用済燃料[mSv]	制御棒[mSv]	合計[mSv]
敷地境界線量	約 $1.2 \times 10^{-3}$	約 $1.3 \times 10^{-2}$	約 $1.4 \times 10^{-2}$

SFP 水の容積及びライナードレンからの最大漏えい量を考慮した BAF までの到達時間は十分に裕度があり、また復旧作業も数時間程度で着手可能と考えるが、保守的に燃料露出継続時間を 5 日間とする。

## 2.2. 使用済燃料プール内の燃料破損による核分裂生成物の放出(シナリオ②)

## 2.2.1 核分裂生成物の放出量

## (1) 評価方法

設置許可申請書添付書類十の「3.4.3 燃料集合体の落下」と同様の方法で評価する。

破損する燃料体数の評価は、次の仮定に基づいて行う。

- a. 燃料取扱設備に搭載しているクレーンが地震の影響により根元の旋回部から折損し、保守的にクレーンが使用済燃料プールの使用済燃料貯蔵ラック上に落下するものと仮定する。
- b. 使用済燃料プールの西側から 20 列目までの使用済燃料全てが破損すると仮定し、落下による燃料集合体の破損体数は 449 体とする。(図 2 参照)

※2 6号機の制御棒の照射量(Hf、4.9snvt)に対する線源強度を 1 とした時の線源強度の比を線源強度比と定義し、2号機の制御棒(B4C、1.4snvt)に対する線源強度比を算出する。

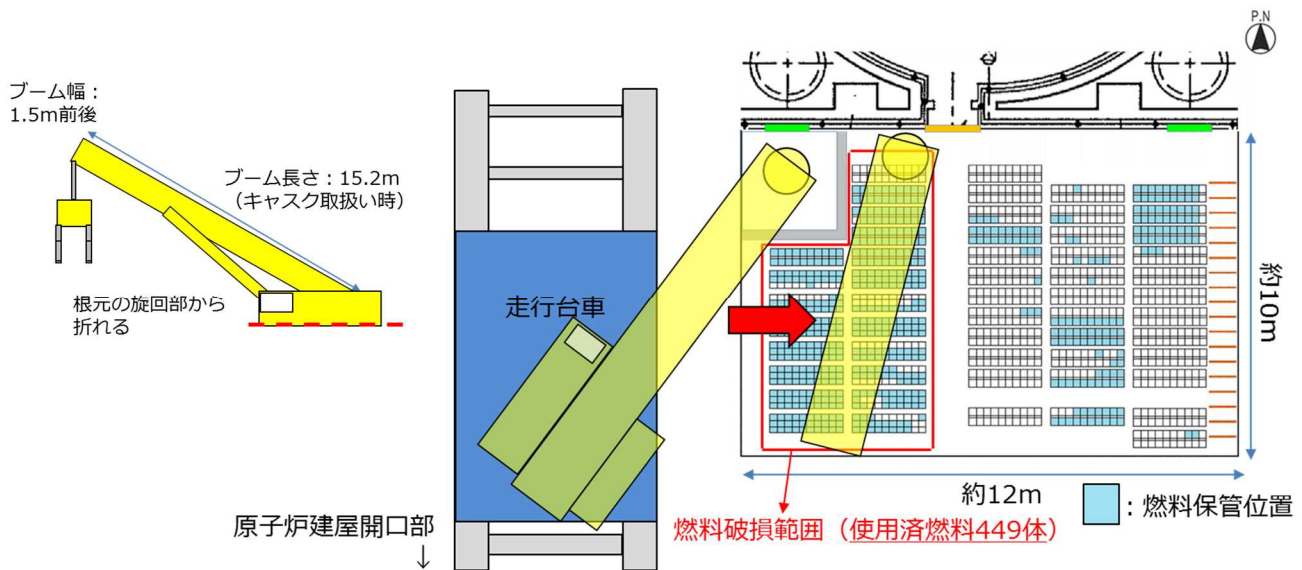


図 2 評価モデルの概要

## (2) 評価条件

核分裂生成物の移行と放出量の評価は、次の仮定に基づいて行う。

- a. 燃料ギャップ内の核分裂生成物の量は、原子炉熱出力 2483MW (定格出力の約 105%) で 2000 日運転を行った 9×9 燃料集合体について行う。
- b. 燃料集合体の冷却期間は 365 日とする。
- c. 破損した燃料棒のギャップ内核分裂生成物の全量が水中に放出されるものとする。破損した燃料棒のギャップ内核分裂生成物の存在量については、半減期の長い核種の放出が支配的であることを考えて、破損した燃料棒内の全蓄積量に対して希ガス(Kr-85)及びよう素(I-129)それぞれ 30%とする。
- d. 放出された希ガスは、全量が水中から原子炉建屋および燃料取り出し用構台の大気中へ移行するものとする。
- e. 放出されたよう素は、全量が水中から原子炉建屋および燃料取り出し用構台の大気中へ移行するものとするが、同時に水位低下が起こることを想定するため保守的に水による除去は無いものとする。

## (3) 評価結果

上記の評価条件に基づいて計算した核分裂生成物の大気中への放出量は表 4 の通りである。

表 4 核分裂生成物の大気中への放出量

核分裂生成物	放出量
希ガス(γ線実効エネルギー0.5MeV換算値) 大気放出量	約 $9.8 \times 10^{13}$ Bq
よう素(I-131等価量(小児実効))大気放出量	約 $5.5 \times 10^{10}$ Bq
よう素(I-131等価量(成人実効))大気放出量	約 $2.1 \times 10^{11}$ Bq

## 2.2.2 線量当量の評価

## (1) 評価の前提

大気中へ放出される核分裂生成物は、地上放出されるものとし、これによる実効線量の計算は、次の仮定に基づいて行う。

- a. 敷地境界外の地表空気中濃度は、設置許可申請書添付書類六の「5.5 安全解析に使用する気象条件」に記述される相対濃度に核分裂生成物の全放出量を乗じて求める。なお、相対濃度( $\chi/Q$ )は保守的な評価となる設置許可申請書記載の2号機の主蒸気管破断(地上放出)の値  $2.0 \times 10^{-5}$  s/m<sup>3</sup>を適用する。
- b. 敷地境界外の希ガスによるγ線空気吸収線量は、設置許可申請書添付書類六の「5.5 安全解析に使用する気象条件」に記述される相対線量に希ガスの全放出量を乗じて求める。なお、相対線量(D/Q)は保守的な評価となる設置許可申請書記載の2号機の主蒸気管破断(地上放出)の値  $2.4 \times 10^{-19}$  Gy/Bqを適用する。

## (2) 評価方法

設置許可申請書添付書類十の「3.4.3 燃料集合体の落下」ならびに「4.1.1 原子炉冷却材喪失」と同様の方法で評価する。

敷地境界外における実効線量は、次に述べる内部被ばくによる実効線量及び外部被ばくによる実効線量の和として計算する。

よう素の内部被ばくによる実効線量 $H_1$ (Sv)は、(1)式で計算する。

$$H_1 = R \cdot H_\infty \cdot \chi / Q \cdot Q_1 \cdots \cdots \cdots (1)$$

ここで、

R :呼吸率(m<sup>3</sup>/s)「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」の活動中の呼吸率を秒当たりに換算して用いる。

(小児:0.31m<sup>3</sup>/h, 成人:1.2m<sup>3</sup>/h)

$H_\infty$  :よう素(I-131)を1Bq吸入した場合の実効線量

(小児: $1.6 \times 10^{-7}$  Sv/Bq, 成人: $2.0 \times 10^{-8}$  Sv/Bq)

$\chi / Q$  :相対濃度(s/m<sup>3</sup>)

$Q_1$  :よう素の大気放出量(Bq) (I-131等価量)

希ガスの  $\gamma$  線外部被ばくによる実効線量  $H_\gamma$  (Sv) は, (2)式で計算する。

$$H_\gamma = K \cdot D / Q \cdot Q_\gamma \cdots \cdots \cdots (2)$$

ここで,

K : 空気吸収線量から実効線量への換算係数 (1Sv/Gy)

$D/Q$  : 相対線量 (Gy/Bq)

$Q_\gamma$  : 希ガスの大気放出量 (Bq) ( $\gamma$  線実効エネルギー0.5MeV 換算値)

また, 希ガスの  $\beta$  線外部被ばくによる実効線量  $H_\beta$  (Sv) は, (3)式で計算する。

$$H_\beta = 6.2 \times 10^{-14} \cdot \chi / Q \cdot Q_\beta \cdot E_\beta \cdot W_{TS} \cdots \cdots \cdots (3)$$

ここで,

$\chi / Q$  : 相対濃度 (s/m<sup>3</sup>)

$Q_\beta$  : 希ガスの大気放出量 (Bq)

$E_\beta$  :  $\beta$  線実効エネルギー「被ばく計算に用いる放射線エネルギー等について」を用いる。(0.251MeV Kr-85 実効エネルギー)

$W_{TS}$  : 皮膚の組織荷重係数は ICRP Publ.60 の値を用いる。(0.01)

### (3) 評価結果

上記の評価前提及び方法に基づき敷地境界外の実効線量を評価した結果は表 5 の通りである。

表 5 クレーンの使用済燃料プールへの落下時の実効線量

実効線量(小児)	実効線量(成人)
約 $1.1 \times 10^{-1}$ mSv	約 $1.3 \times 10^{-1}$ mSv

2.3. 燃料取扱設備クレーンの使用済燃料プールへの落下シナリオにおける公衆への被ばく影響については, 2.1 と 2.2 に示す評価結果を合算し約  $1.4 \times 10^{-1}$  mSv となる。

### 3. 構内用輸送容器の落下による核分裂生成物の放出(シナリオ③)

3.1. 構内用輸送容器が地上に落下することで燃料が破損し, 核分裂生成物が放出されたと仮定する。

#### 3.1.1 核分裂生成物の放出量

##### (1) 評価方法

設置許可申請書添付書類十の「3.4.3 燃料集合体の落下」と同様の方法で評価する。

破損する燃料体数の評価は, 次の仮定に基づいて行う。

a. 構内用輸送容器の取り扱い作業に際し, 構内用輸送容器が落下して, 構内用輸送容器に収納された燃料集合体が破損するものと仮定する。



- b. 落下による燃料集合体の破損体数は、構内用輸送容器の収納体数 7 体とする。

(2) 評価条件

核分裂生成物の移行と放出量の評価は、次の仮定に基づいて行う。

- a. 燃料ギャップ内の核分裂生成物の量は、原子炉熱出力 2483MW(定格出力の約 105%)で 2000 日運転を行った 9×9 燃料集合体について行う。
- b. 燃料集合体の冷却期間は 365 日とする。
- c. 破損した燃料棒のギャップ内核分裂生成物の全量が構内用輸送容器内に放出されるものとする。破損した燃料棒のギャップ内核分裂生成物の存在量については、半減期の長い核種の放出が支配的であることを考えて、破損した燃料棒内の全蓄積量に対して希ガス(Kr-85)及びよう素(I-129)それぞれ 30%とする。
- d. 放出された希ガスは、全量が構内用輸送容器から大気中へ移行するものとする。
- e. 放出されたよう素は、全量が構内用輸送容器から大気中へ移行するものとし、構内用輸送容器に内包する水による除去は無いものとする。

(3) 評価結果

上記の評価条件に基づいて計算した核分裂生成物の大気中への放出量は表 6 の通りである。

表 6 核分裂生成物の大気中への放出量

核分裂生成物	放出量
希ガス( $\gamma$ 線実効エネルギー0.5MeV換算値) 大気放出量	約 $1.6 \times 10^{12}$ Bq
よう素(I-131 等価量(小児実効))大気放出量	約 $8.6 \times 10^8$ Bq
よう素(I-131 等価量(成人実効))大気放出量	約 $3.3 \times 10^9$ Bq

3.1.2 線量当量の評価

(1) 評価の前提

大気中へ放出される核分裂生成物は、地上放出されるものとし、これによる実効線量の計算は、次の仮定に基づいて行う。

- a. 敷地境界外の地表空気中濃度は、設置許可申請書添付書類六の「5.5 安全解析に使用する気象条件」に記述される相対濃度に核分裂生成物の全放出量を乗じて求める。なお、相対濃度( $\chi/Q$ )は設置許可申請書記載の2号機の主蒸気管破断(地上放出)の値  $2.0 \times 10^{-5}$ s/m<sup>3</sup>を適用する。
- b. 敷地境界外の希ガスによる $\gamma$ 線空気吸収線量は、設置許可申請書添付書類六の「5.5 安全解析に使用する気象条件」に記述される相対線量に希ガスの

全放出量を乗じて求める。なお、相対線量(D/Q)は設置許可申請書記載の2号機の主蒸気管破断(地上放出)の値  $2.4 \times 10^{-19}$  Gy/Bq を適用する。

## (2) 評価方法

設置許可申請書添付書類十の「3.4.3 燃料集合体の落下」ならびに「4.1.1 原子炉冷却材喪失」と同様の方法で評価する。

敷地境界外における実効線量は、次に述べる内部被ばくによる実効線量及び外部被ばくによる実効線量の和として計算する。

よう素の内部被ばくによる実効線量 $H_I$ (Sv)は、(1)式で計算する。

$$H_I = R \cdot H_{\infty} \cdot \chi / Q \cdot Q_I \cdots \cdots (1)$$

ここで、

R :呼吸率(m<sup>3</sup>/s)「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」の活動中の呼吸率を秒当たりに換算して用いる。

(小児:0.31m<sup>3</sup>/h, 成人:1.2m<sup>3</sup>/h)

$H_{\infty}$  :よう素(I-131)を1Bq吸入した場合の実効線量

(小児: $1.6 \times 10^{-7}$  Sv/Bq, 成人: $2.0 \times 10^{-8}$  Sv/Bq)

$\chi / Q$  :相対濃度(s/m<sup>3</sup>)

$Q_I$  :よう素の大気放出量(Bq) (I-131 等価量)

希ガスの $\gamma$ 線外部被ばくによる実効線量 $H_{\gamma}$ (Sv)は、(2)式で計算する。

$$H_{\gamma} = K \cdot D / Q \cdot Q_{\gamma} \cdots \cdots (2)$$

ここで、

K :空気吸収線量から実効線量への換算係数(1Sv/Gy)

D/Q :相対線量(Gy/Bq)

$Q_{\gamma}$  :希ガスの大気放出量(Bq) ( $\gamma$ 線実効エネルギー0.5MeV 換算値)

また、希ガスの $\beta$ 線外部被ばくによる実効線量 $H_{\beta}$ (Sv)は、(3)式で計算する。

$$H_{\beta} = 6.2 \times 10^{-14} \cdot \chi / Q \cdot Q_{\beta} \cdot E_{\beta} \cdot W_{TS} \cdots \cdots (3)$$

ここで、

$\chi / Q$  :相対濃度(s/m<sup>3</sup>)

$Q_{\beta}$  :希ガスの大気放出量(Bq)

$E_{\beta}$  : $\beta$ 線実効エネルギー「被ばく計算に用いる放射線エネルギー等について」を用いる。(0.251MeV Kr-85 実効エネルギー)

$W_{TS}$  :皮膚の組織荷重係数はICRP Publ.60の値を用いる。(0.01)

## (3) 評価結果

上記の評価前提及び方法に基づき敷地境界外の実効線量を評価した結果は表 7 の通りである。

表 7 構内用輸送容器の落下時の実効線量

実効線量(小児)	実効線量(成人)
約 $1.7 \times 10^{-3}$ mSv	約 $1.9 \times 10^{-3}$ mSv

## 4. 2号燃料取扱設備の耐震クラスについて

2. 燃料取扱設備クレーンの使用済燃料プールへの落下, ならびに 3. 構内用輸送容器の落下の被ばく評価に示すとおり, 地震の影響により燃料取扱設備が破損したと想定した場合の公衆への被ばく影響は 5mSv 未満である。

以上より, 2号燃料取扱設備の耐震クラスは B クラスと考えられるが, 運転できないことによるリスク低減活動への影響を考慮し, 耐震クラスは B+クラスと考える。

## 5. 補足説明資料

別添 1 「2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における使用済燃料プールのプール水全喪失時の影響評価に対する補足説明

別添 2 「2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における燃料破損時の被ばく評価に対する補足説明

「2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における  
使用済燃料プールのプール水全喪失時の影響評価に対する補足説明

## 1. 目的

添付資料 8「2 号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における 2.1. 「使用済燃料プールライナーの破損による線量の上昇(シナリオ①)」の 2 号機使用済燃料プールのプール水全喪失時のスカイシャイン線、直接線による敷地境界へ与える線量影響評価では、6 号機の解析結果を基に評価をしており、6 号機の解析条件を示す。

## 2. 解析条件

(1) 使用済燃料の解析条件は以下の通り。

- a. 使用済燃料の体数は 1456 体とする。
- b. 使用済燃料の燃焼度は保守的に最高燃焼度 51.0Gwd/t とする。
- c. 使用済燃料の冷却期間は冷却期間が最も短い使用済燃料の冷却期間とし、9.9 年とする。
- d. ORIGEN2.2 により使用済燃料の線源強度を計算し、この線源強度を用いて MCNP5-1.60 により線量率を解析する。

(2) 制御棒の解析条件は以下の通り。

- a. 制御棒の本数は 27 本(ハンガーラック装荷本数)とする。
- b. 制御棒の照射量は保守的に最大照射量 4.9snvt とする。
- c. 制御棒の冷却期間は冷却期間が最も短い制御棒の冷却期間とし、13.8 年とする。
- d. ORIGEN2.2 により制御棒の線源強度を計算し、この線源強度を用いて MCNP5-1.60 により線量率を解析する。

## 3. 解析結果

2 号機原子炉建屋から敷地境界までの距離は約 900m 程度であることから、6 号機原子炉建屋から 900m 地点における線量率を表 1 に示す。

表 1 6 号機解析結果

	使用済燃料[mSv/h]	制御棒[mSv/h]	合計[mSv/h]
900m 地点	約 $2.3 \times 10^{-5}$	約 $9.0 \times 10^{-5}$	約 $1.2 \times 10^{-4}$

添付資料-8「2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における  
2.1「使用済燃料プールライナーの破損による線量の上昇（シナリオ①）」の補足  
説明資料



東京電力ホールディングス株式会社

- ✓添付資料-8 「2号燃料取扱設備破損時の被ばく評価についての計算書」における2号機使用済燃料プールのプール水が全喪失した場合の評価に関して補足説明する。
- ✓2号機の評価結果は6号機の解析結果を基に計算しており、6号機の解析条件および2、6号機の評価条件の違いについて説明する。

## 2. 6号機の解析条件と解析結果について

✓6号機使用済燃料および制御棒の解析においては、ORIGEN2.2により全核種の線源強度を算出し、MCNP5-1.60にて線源強度および建屋からの距離に応じた線量率を解析した。

### 6号機の解析条件

		6号機	備考
使用済燃料	燃焼度 [GWd/t]	51	燃焼度が高い方が核分裂生成物を多く生成し線源強度としては高くなることから、保守的に燃焼度の最大値を設定
	種類	STEP3B	最大燃焼度の燃料集合体の種類
	冷却期間[年]	9.9	冷却期間が短い方が保守的になるため、取出し日が至近のものを代表
	貯蔵体数[体]	1456	SFPに貯蔵されている使用済燃料
制御棒 (ハフニウム型)	照射量[snvt]	4.9	照射量が多い方が構造材の放射化物を多く生成し線源強度としては高くなることから、保守的に最大照射量を設定
	冷却期間[年]	13.8	冷却期間が短い方が保守的になるため、取出し日が至近のものを代表
	本数[本]	27	ハンガーラックに保管された制御棒

### 6号機の解析結果

	使用済燃料[mSv/h] ( $H_{F2}$ )	制御棒[mSv/h] ( $H_{C2}$ )	合計[mSv/h]
900m地点	$2.3 \times 10^{-5}$	$9.0 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-4}$



### 3. 2号機の比例計算に用いる評価条件について（使用済燃料）

- ✓ 2号機は6号機の解析結果を基に評価しており、使用済燃料の線量影響の評価条件を以下に示す。
- ✓ 2号機および6号機では使用済燃料の燃焼度および冷却期間が概ね同等であることから使用済燃料の線量評価では燃料体数による比例計算によって算出した。

#### 2、6号機使用済燃料の評価条件

		2号機	6号機	評価条件の違いについて
使用済燃料	<b>貯蔵体数 [体](<math>N_F</math>)</b>	587	1456	貯蔵体数が異なることから考慮する。
	燃焼度[GWd/t]	約49	約51	2、6号機の使用済燃料の最大燃焼度を比べると、概ね同等であり燃焼度による違いはないことから考慮しない。 なお、最大燃焼度の燃料集合体の種類は同タイプである。
	燃料タイプ	STEP3B		
	冷却期間[年]	約9.8	約9.9	2、6号機ともに冷却期間は概ね10年程度と同等である。 また、長半減期核種の影響が支配的であるため、冷却期間による線量影響の違いはほとんどないことから考慮しない。

## 4. 2号機の比例計算に用いる評価条件について（制御棒）

- ✓ 2号機は6号機の解析結果を基に評価しており、制御棒の線量影響の評価条件を以下に示す。
- ✓ 各号機の制御棒の本数および種類、照射量、冷却期間が異なることから、6号機の解析結果を基に補正し比例計算によって算出した。

### 2、6号機制御棒の評価条件

		2号機	6号機	評価条件の違いについて
制御棒	<b>制御棒[本](<math>N_c</math>)</b>	28	27	ハンガーラックに装荷中の制御棒本数が異なることから考慮する。
	<b>線源強度比[-](<math>S</math>)</b>	0.64 (全てB4C、照射量 1.4snvt)	1.0 (全てHf、照射量 4.9snvt)	制御棒の種類(B4C、Hf) および照射量が異なることから制御棒の種類毎で照射量に応じた線源強度を解析し、線源強度の違いを考慮する。 解析では、6号機の制御棒の照射量(Hf、4.9snvt) に対する線源強度を1とした時の線源強度の比を線源強度比と定義し、2号機の制御棒の照射量(B4C、1.4snvt)に対する線源強度比を算出した。
	<b>冷却期間[年](<math>t</math>)</b>	9.7	13.8	一部の2号機制御棒の方が冷却期間が短いため、冷却期間の違いによる線源の減衰を考慮する。 制御棒の線量影響の主要核種としては、構造材の放射化で生成されるコバルト60が支配的(約9割)であり、冷却期間の違いはコバルト60の半減期を用いて補正する。 なお、コバルト60以外にもマンガン54等もあるが、半減期は短く事故後10年以上経過していることから影響は小さいことからコバルト60の減衰にほぼ依存する。

- ① 制御棒 (B4C、Hf) の照射量に応じた線源強度をORIGEN2.2より解析した。  
(制御棒 (B4C) :1.3、1.5snvt、制御棒 (Hf) :4.9snvt)
- ② 2号機の制御棒 (B4C、1.4snvt) は1.3、1.5snvtの値から内挿し線源強度を算出した。
- ③ 6号機の制御棒の照射量(Hf、4.9snvt)に対する線源強度を1とした時の線源強度の比を線源強度比と定義し、2号機の制御棒(B4C、1.4snvt)に対する線源強度比を算出した。

制御棒の照射量-線源強度比の関係※1

制御棒タイプ	B4C※2			Hf
	照射量 (snvt)	1.3	1.4	1.5
線源強度(photons/s)	約 $1.9 \times 10^{26}$	約 $2.0 \times 10^{26}$	約 $2.1 \times 10^{26}$	約 $3.2 \times 10^{26}$
線源強度比	—	0.64	—	1.0

※1 冷却期間を10年と設定し評価している。10年程度経過すると線源強度はコバルト60の減衰にほぼ依存することから、今回の評価範囲において照射量-線源強度比の関係は一定である。

※2 構造材中に含まれるコバルトの量がB4Cタイプの制御棒の方が多いことから、照射量あたりの線源強度は高い。

## 5. 2号機の比例計算に用いる評価条件について（建屋高さ等）

- ✓ 2、6号機の評価モデルを以下に示す。
- ✓ 2、6号機はモデル上ほぼ同等であることから、2号機の敷地境界相当までの距離に相当する地点の解析結果を基に比例計算によって算出した。

### 2、6号機建屋および評価地点の評価条件

		2号機	6号機	評価条件の違いについて
建屋	オペフロ（線源） （T.P. [m]）	約39	約50	評価地点高さを固定し、線源高さのみを変えた場合、線源高さが低い方がスカイシャイン線による線量影響は高くなる。 2号機は6号機よりも線源高さが低いことから、線量影響としては高くなるが、その影響は数%程度（ $10^{-4}$ mSvオーダー）であるため、敷地境界への影響はほぼない。
	評価地点高さ[m]	約50		線源高さを固定し、評価地点高さのみを変えた場合、評価地点高さが高い方がスカイシャイン線による線量影響は高くなる。 敷地境界での最大標高はT.P.約44mであることから、保守的にT.P.50mと設定。
	天井厚さ[mm]	100		建屋天井の厚さは同等であり、建屋壁面の厚さは2号機の方が厚いことから保守的な設定をしている。
	建屋壁面厚さ [mm]	400	300	
	評価地点[m]	約900		6号機は距離に応じた線量率を解析し、2号機の敷地境界相当の地点の距離（約900m）の値で評価。 なお、2号機の敷地境界までの実際の距離は約990mであり、保守的に設定している。

- ✓ 6号機の解析結果から2号機の線量評価を算出するにあたり、評価条件の違いを整理し、必要な項目が適切に考慮されていることを確認した。その結果2号機の評価は妥当であると考えられる。
- ✓ 2号機の評価条件は以下の保守性を有している。
  - ① 使用済燃料
    - 全ての使用済燃料の燃焼度は燃焼度が最大となる燃料集合体のもので設定。
    - 冷却期間は取出し日が至近のもので設定。
  - ② 制御棒
    - 全ての制御棒の照射量は照射量が最大となる制御棒のもので設定。
    - 冷却期間は取出し日が至近のもので設定。
  - ③ 計算モデル
    - 2号機の敷地境界までの距離は実際の距離よりも短く設定。
    - 2号機建屋厚さは実際よりも薄くなるように設定。