

2020年 9月30日

東北電力株式会社

女川原子力発電所1号炉の廃止措置計画認可における冷却告示への対応に対する
説明について

(説明資料)

1. 使用済燃料プール水大規模漏えい時の使用済燃料からのスカイシャイン線による周辺公衆の放射線被ばくへの影響について（案1，案2）
2. (参考資料) 使用済燃料プール水大規模漏えい時の使用済燃料からのスカイシャイン線評価における現状に即した条件での概算について

以 上

使用済燃料プール水大規模漏えい時の使用済燃料からのスカイシャイン線による
周辺公衆の放射線被ばくへの影響について

1. 想定事象

1号炉の使用済燃料プールにおいて、冷却水が全て喪失した場合を想定する。ただし、使用済燃料プール壁面等の使用済燃料プール周囲の構造物は健全であり、使用済燃料からの放射線を遮蔽する効果は維持されるとして、露出された使用済燃料からのスカイシャイン線による敷地境界上の評価地点における実効線量を評価する。

2. 評価条件

(1) 線源の条件

使用済燃料プールの冷却水が全て喪失した場合の使用済燃料の健全性は維持されるものとし、使用済燃料の線源強度をORIGEN2.2にて表1の条件にて算出した。線源となる貯蔵中の使用済燃料は、保守的に燃焼度及び冷却年数を設定している。

使用済燃料プールの冷却水は全て喪失しているものとし、水遮蔽の効果は見込まない。

また、実際のラック配置を包絡するラック形状とし、そこに燃料を全て保管していることを前提に評価する。

(2) 計算モデル

計算モデルでは使用済燃料プールの形状、コンクリート厚さをモデル化した。

スカイシャイン線の評価に当たっては、実績のあるQAD-CGGP2Rコード及びG33-GP2Rコードを使用した。

スカイシャイン線の評価モデルを図1に示す。

放射線が散乱するオペレーションフロア上部の範囲については原子炉建家の遮蔽効果は考慮せず、ラック形状の中央の使用済燃料有効部上端高さ位置に点線源を配置した保守的なモデルとした。

(3) 評価地点

スカイシャイン線による実効線量の評価は、海側方位を除いた敷地境界上で、使用済燃料プールからの距離が最も短く、実効線量が最大となる地点について実施する。表2に評価地点の条件、図2に評価地点の概略図を示す。

3. 使用済燃料プールからのスカイシャイン線による実効線量評価結果

使用済燃料プールの使用済燃料の全放射能強度を考慮し、使用済燃料プールの冷却水が全て喪失した状態を想定して、スカイシャイン線による周辺公衆の実効線量の評価した結果、評価地点において約 $7.7 \mu\text{Sv/h}$ であり、保安規定に基づき整備している体制に従い使用済燃料プールに注水する等の措置を講じる時間を十分確保できることから、周辺公衆の放射線被ばくへの影響は小さい。

また、評価条件として、使用済燃料の貯蔵体数を、実際に貯蔵している体数の821本、冷却期間を至近の9年とした場合では、実効線量は約 $3.8 \mu\text{Sv/h}$ となる。

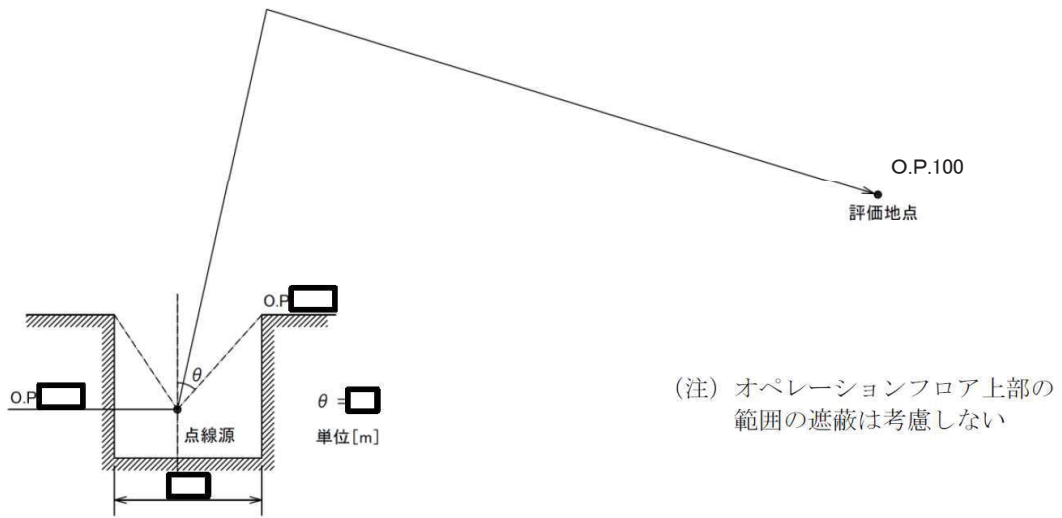
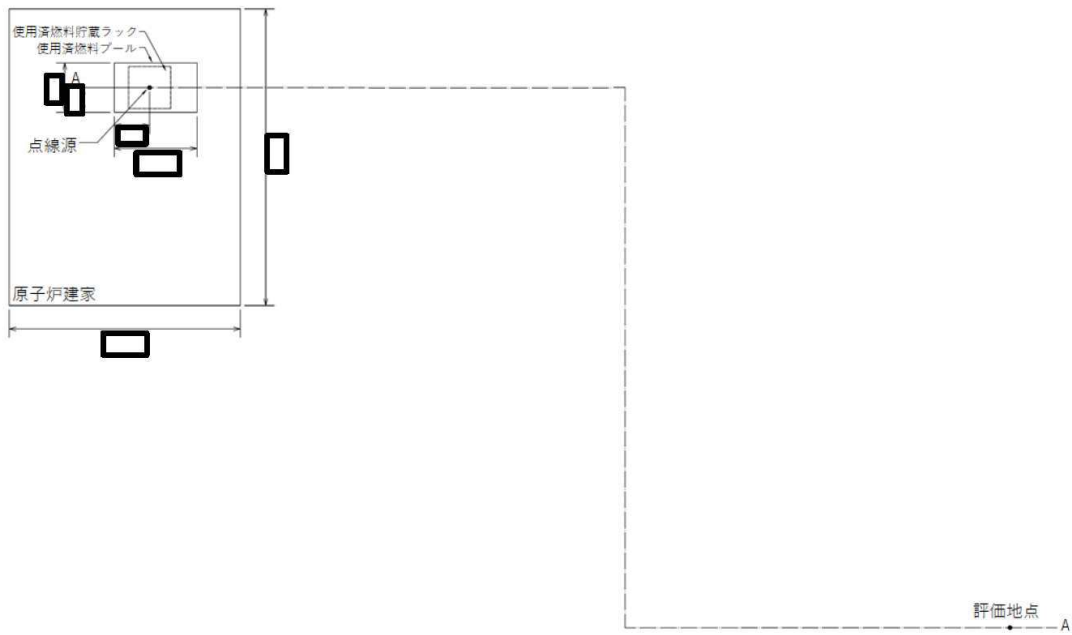
表1 線源強度の設定条件

使用済燃料仕様	9 × 9 燃料
使用済燃料燃焼条件	55GWd/t
使用済燃料冷却期間	約6年
使用済燃料貯蔵体数	1060 体

表2 評価地点の条件

(単位 : m)

敷地境界評価地点 O. P.	100
使用済燃料プールからの距離	660

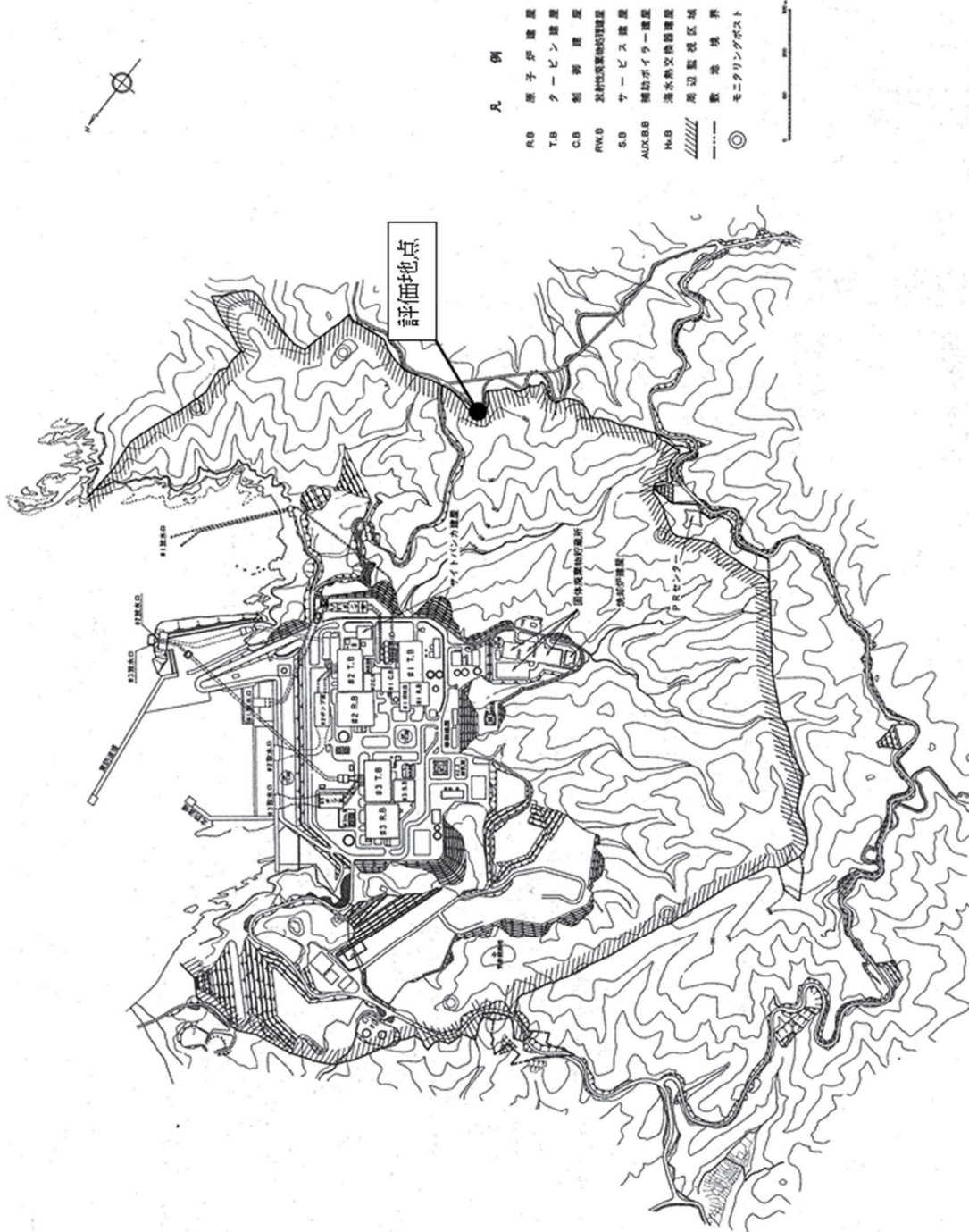


A-A 断面図

単位：m

図1 評価モデル

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



使用済燃料プール水大規模漏えい時の使用済燃料からのスカイシャイン線による
周辺公衆の放射線被ばくへの影響について

1. 想定事象

1号炉の使用済燃料プールにおいて、冷却水が全て喪失した場合を想定する。ただし、使用済燃料プール壁面等の使用済燃料プール周囲の構造物は健全であり、使用済燃料からの放射線を遮蔽する効果は維持されるとして、露出された使用済燃料からのスカイシャイン線による敷地境界上の評価地点における実効線量を評価する。

2. 評価条件

(1) 線源の条件

使用済燃料プールの冷却水が全て喪失した場合の使用済燃料の健全性は維持されるものとし、使用済燃料の線源強度をORIGEN2.2にて表1の条件にて算出した。線源となる貯蔵中の使用済燃料は、保守的に燃焼度及び冷却年数を設定している。

使用済燃料プールの冷却水は全て喪失しているものとし、水遮蔽の効果は見込まない。

また、実際のラック配置を包絡するラック形状とし、そこに燃料を全て保管していることを前提に評価する。

(2) 計算モデル

計算モデルでは使用済燃料プールの形状、コンクリート厚さをモデル化した。

スカイシャイン線の評価に当たっては、実績のあるQAD-CGGP2Rコード及びG33-GP2Rコードを使用した。

スカイシャイン線の評価モデルを図1に示す。

放射線が散乱するオペレーションフロア上部の範囲については原子炉建家の遮蔽効果は考慮せず、ラック形状の中央の使用済燃料有効部上端高さ位置に点線源を配置した保守的なモデルとした。

(3) 評価地点

スカイシャイン線による実効線量の評価は、海側方位を除いた敷地境界上で、使用済燃料プールからの距離が最も短く、実効線量が最大となる地点について実施する。表2に評価地点の条件、図2に評価地点の概略図を示す。

3. 使用済燃料プールからのスカイシャイン線による実効線量評価結果

使用済燃料プールの使用済燃料の全放射能強度を考慮し、使用済燃料プールの冷却水が全て喪失した状態を想定して、スカイシャイン線による周辺公衆の実効線量の評価した結果、評価地点において約 $7.7 \mu\text{Sv/h}$ であり、保安規定に基づき整備している体制に従い使用済燃料プールに注水する等の措置を講じる時間を十分確保できることから、周辺公衆の放射線被ばくへの影響は小さい。

また、評価条件として、使用済燃料の貯蔵体数を、実際に貯蔵している体数の821本、冷却期間を至近の9年とした場合では、実効線量は $5.0 \mu\text{Sv/h}$ 以下となる。

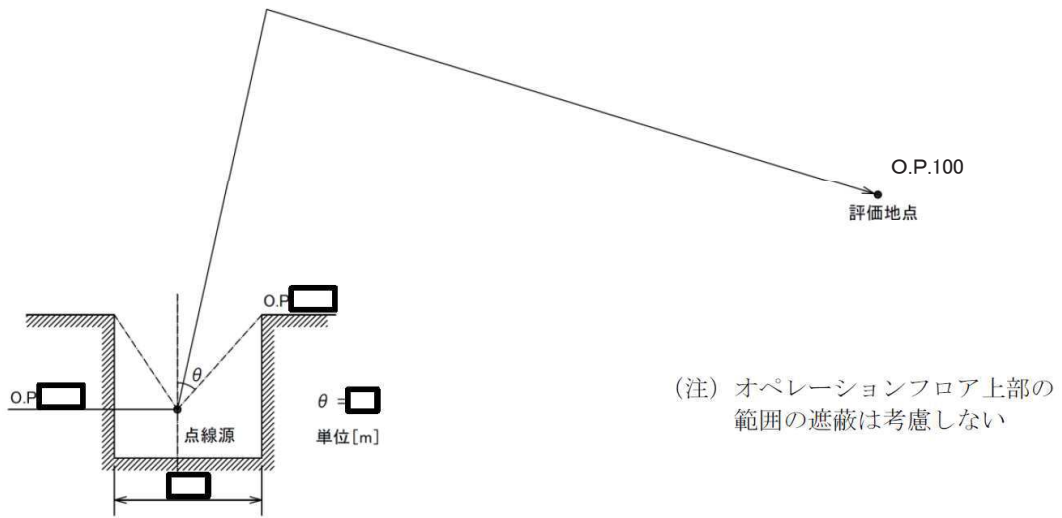
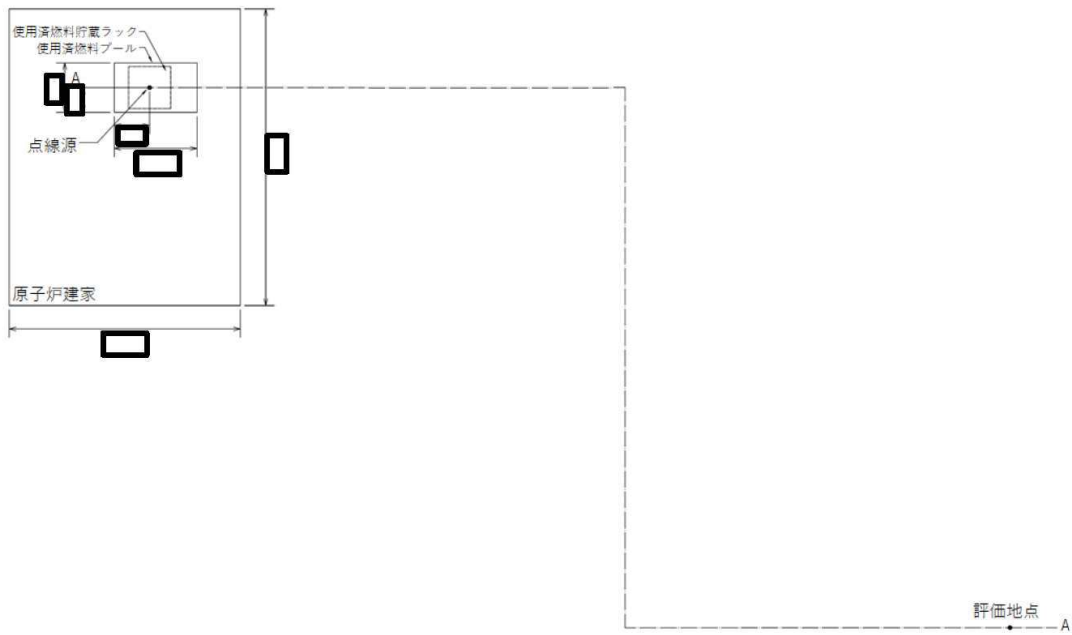
表1 線源強度の設定条件

使用済燃料仕様	9 × 9 燃料
使用済燃料燃焼条件	55GWd/t
使用済燃料冷却期間	約6年
使用済燃料貯蔵体数	1060 体

表2 評価地点の条件

(単位 : m)

敷地境界評価地点 O. P.	100
使用済燃料プールからの距離	660

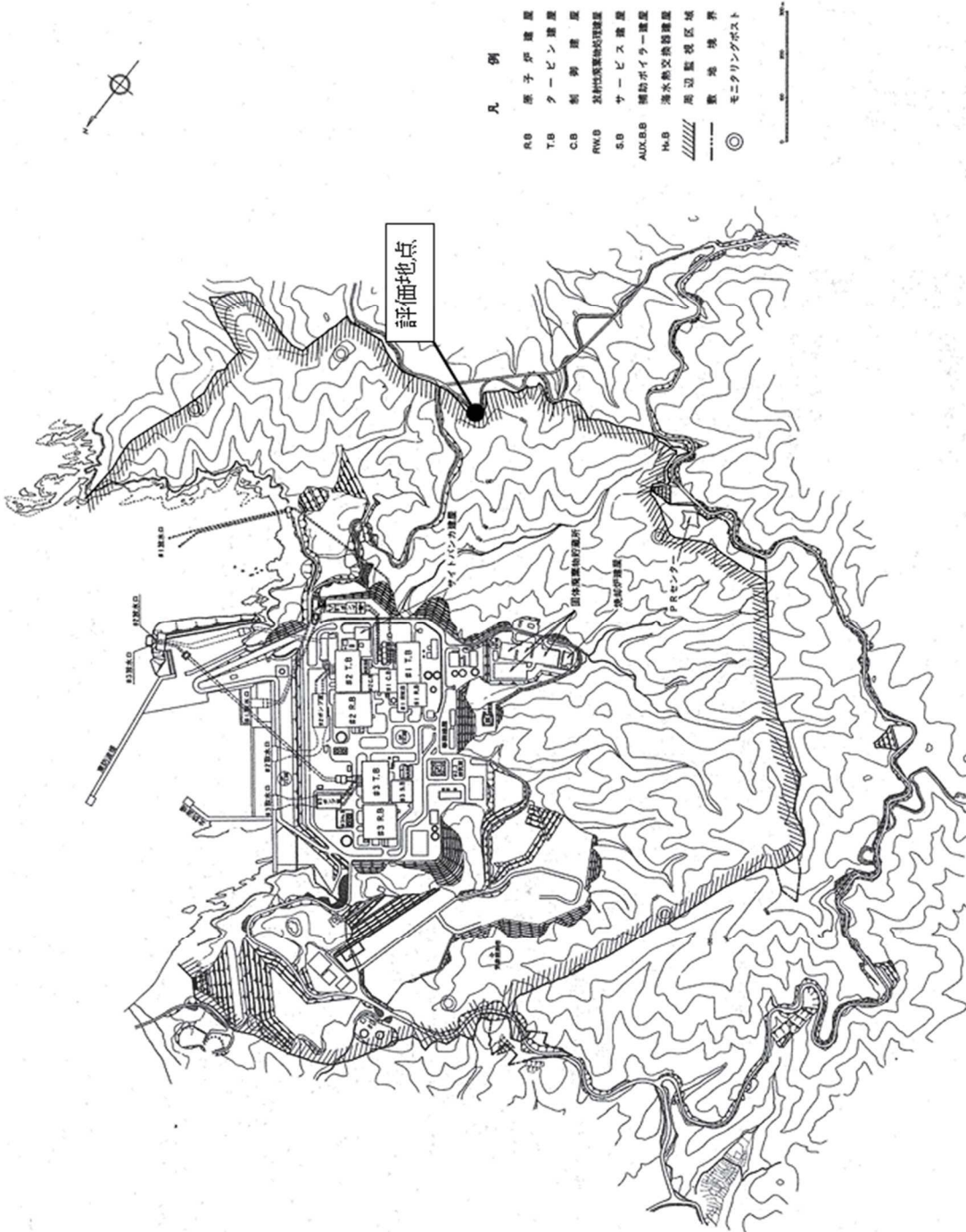


A-A 断面図

単位：m

図1 評価モデル

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



使用済燃料プール水大規模漏えい時の使用済燃料からの
スカイシャイン線評価における現状に即した条件での概算について

廃止措置申請時の、使用済燃料プール水大規模漏えい時の使用済燃料からのスカイシャイン線の評価を基に、女川 1 号の現状に即した条件によるスカイシャイン線の実効線量について、以下のとおり概算し確認した。

概算方法は、実効線量は線源強度に比例することが明らかであることから、設定条件を廃止措置申請時から現状に即した条件に変更した際の、線源強度の低減率を確認し実効線量を評価した。

1. 評価条件の変更による線量率の低減

項目	廃止措置の設定条件 (保守的な設定)	簡易計算の設定条件 (現状に即した設定)	実効線量への低減率
使用済燃料 貯蔵体数	1060 体 (最大貯蔵体数)	821 体 (現在の貯蔵体数)	$821 \div 1060 \approx 0.77$ 線源強度は使用済燃料の体数に比例すると想定されることから、貯蔵体数の減少率を乗ずる
使用済燃料 冷却期間	約 6 年	9 年 (至近までの冷却を考慮)	$0.86^3 \approx 0.64$ 冷却期間 5 年から 6 年までの 1 年間による線源強度の減衰率が約 0.86 であることから、6 年～9 年の 3 年間同じ減衰率で線源強度が推移すると想定し、0.86 の 3 乗を乗ずる
使用済燃料 燃焼条件	55GWd/t (設計上最高燃焼度)	47GWd/t (貯蔵されている燃料における最高燃焼度)	$47 \div 55 \approx 0.85$ 線源強度への寄与度が大きい Cs134 において、線源強度が燃焼度にほぼ比例して増加していることから、全核種の線源強度も燃焼度に比例することを想定し、燃焼度の減少率を乗ずる

2. 概算結果

1. の実効線量への低減率を踏まえると、使用済燃料の貯蔵体数及び冷却期間を考慮した場合で約 $3.8 \mu\text{Sv/h}$ となる。

なお、さらに燃焼条件も考慮すると約 $3.3 \mu\text{Sv/h}$ となる。

また、貯蔵されている使用済燃料の平均燃焼度は約 33GWd/t であること、冷却期間が最も短い原子炉停止時 (2011 年 3 月 11 日) から冷却している使用済燃料は 368 体であり、それ以前から冷却している (最長約 18 年) 使用済燃料が多くあることを踏まえると、実際の実効線量はさらに低くなると考えられる。