

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	濃縮個別 07 R6
提出年月日	令和 3 年 6 月 29 日

放射線による被ばくの防止に係る補足説明資料

本資料は、【濃縮個別 07 R5】の改訂版（R6）である。改訂内容は以下のとおり。

- 申請対象設備の技術基準規則への適合可否を示す表については、「濃縮個別 05 設工認対象機器の技術基準適合に係る整理表について」に統合する。
- 第 4 回申請において、今回申請する範囲と第 5 回申請にて申請する範囲を明確にする。
- 遠心機更新の申請において、事業変更許可申請書で示した評価結果が線量目標値を下回っていること及び施設全体の評価結果に対して遠心分離機からの影響が十分小さいことを明確にする。

【濃縮個別 07 R5】からの改訂箇所を青字にて示す。

目 次

1. 概要・・ 1
2. 申請対象と技術基準規則の関係・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
3. 設工認申請書添付書類における変更内容に係る補足説明事項・・・・・・・・ 1

添付1 変更内容に係る補足説明事項について

1. 概要

本資料は、第4回申請及び新型遠心機への更新等に係る申請の【放射線による被ばくの防止に関する説明書】（以下「説明書」という。）において説明した事項に関して、申請内容の妥当性、記載内容の根拠等について説明するものである。

2. 申請対象と技術基準規則の関係

本施設は、施設の特徴として、取り扱う核燃料物質（未照射のウラン）の放射能が比較的低いため、遮蔽機能を有する設備等はない。

ウランの取扱量が比較的多い設備を線源として設定して線量評価を行い、通常時において本施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回ることを示す。

3. 設工認申請書添付書類における変更内容に係る補足説明事項

説明書での申請内容に関する補足説明を添付1に示す。

添付 1

変更内容に係る補足説明事項について

第 4 回申請分

【第4回申請】

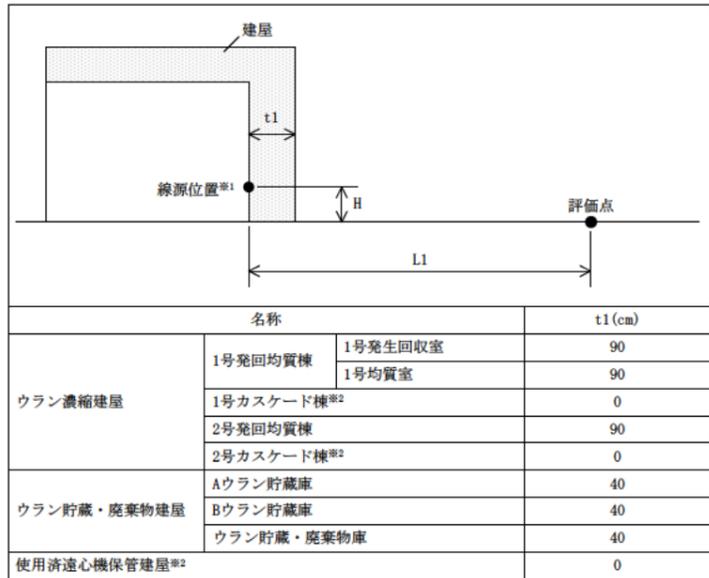
設工認申請書	補足説明	備考
<p>1. 概要 本資料は、「加工施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）」第22条に基づき、放射線による被ばくの防止について説明するものである。</p> <p>本資料では、事業変更許可申請書に示すとおり、本施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が、原子力規制委員会の定める線量限度より十分下回ることについて説明するものである。</p> <p>詳細な計算方法及び計算条件並びに評価結果については、その他の線源の申請と合わせて次回に申請を行う。^(注1)</p> <p>2. 基本方針 本施設は、事業変更許可申請書に示すとおり、施設の特徴として、取り扱い核燃料物質（未照射ウラン）の放射能が比較的低いことを踏まえ、周辺監視区域外の線量及び従事者の線量が、「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（平成27年8月31日原子力規制委員会告示第8号）」（以下「線量告示」という。）で定められた線量限度を超えないことはもとより、公衆の被ばく線量及び従事者が立ち入る場所における線量を合理的に達成できる限り低くするための対策を講じる。</p> <p>本施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が線量告示で定められた線量限度を十分下回することを線量評価により確認する。</p> <p>3. 貯蔵等に起因する一般公衆に対する外部放射線による線量評価 事業変更許可申請書に示すように、<u>本申請の変更内容（第1回～第5回申請）に加えて、事業変更許可申請書で示したその他の変更内容（新型遠心機への更新等）を含めた本施設全体として直接線及びスカイシャイン線による線量を評価した結果^(注3)</u>、本施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量（2×10^{-2} mSv/y）は、「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」において定める線量目標値（$50 \mu\text{Sv/y}$（$=5 \times 10^{-2}$ mSv/y））以下である。<u>本申請において、事業変更許可申請書で示した条件の変更はない。^(注2)</u></p> <p>線量の評価においては、今回申請する設備・機器（2号発生槽、2号製品コールドトラップ等）を、線源の一つとして設定し、建物の天井・壁厚さによる放射線の低減効果を考慮して評価を行う。</p>	<p>(注1) 被ばく評価の詳細な計算方法、評価結果等を第5回申請にて示す旨を記載。</p> <p>(注2) 事業変更許可申請書で示した評価条件に変更がないことを明確にする。</p> <p>(注3) 直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量評価（以下「被ばく評価」という。）に当たっては、大量のウランを内包する機器を線源機器として設定し、機器の構成部材（鉄）、建屋（コンクリート）及びウランの自己遮蔽効果を考慮して周辺監視区域境界における線量を評価している。</p> <p>事業変更許可申請書（2017年5月17日許可）では、「①新規制基準対応の追加安全対策」、「②使用を廃止する設備の存置保管廃棄等」、「③新型遠心機更新等」の三つについて許可を取得している。</p> <p>このうち、①については、耐震補強等の工事を実施するが、被ばく評価に影響を与える工事の実施はない。</p> <p>②については、初期に建設したRE-1の設備・機器を存置の状態での保管廃棄し、核燃料物質の取り扱いを行わないようにするが、被ばく評価上は、運転時と同じ量のウランを内部に保有するものとして保守的に評価している。また、新たに建設するBウラン濃縮廃棄物建屋は、雑固体廃棄物を収納したドラム缶等を保管廃棄するため、従来の被ばく評価同様に線源に設定していない。</p> <p>③については、遠心分離機の仕様が金属胴遠心機から新型遠心機に変更となる。遠心分離機で取り扱う核燃料物質は、高真空のUF₆ガスであるため、有意な線源とはならないことから、建設当初は線源機器に設定していなかったが、経年的に金属とUF₆が反応した付着ウランが金属胴遠心機内部表面に存在するため、その後の変更許可では、線源機器に加えて被ばく評価を実施してきた。新型遠心機については、金属から新素材に材質を変更し、付着ウラン（UF₆）の生成を抑制しているが、一部の構成部品に金属を使用していることから、一定量の付着ウラン（金属胴遠心機の付着ウラン量の約1/100）の生成があるものと仮定して評価をしているが、評価点（排気口中心十六方位のNNE方向）における評価値 1.8×10^{-2} mSv/y に対し、金属胴遠心機と新型遠心機の線量は評価結果に示すとおり 1×10^{-4} mSv/y オーダーのため、評価点における線量評価値が大きく変わるほどの影響を与えない。</p>	

※青枠で示した箇所は、設工認申請書の記載の充実化、適正化を図る箇所を示す。

設工認申請書	補足説明	備考														
<p>3.1. 線量評価の基本的な考え方 <small>(注4)</small></p> <p>(1) 計算方法 原料シリンダ、製品シリンダ、廃品シリンダ、中間製品容器、付着ウラン回収容器、機器、ドラム缶及び撤去した金属同軸心機に内包されるウラン量により、計算に用いる線源を設定し、図-1に示す手順により計算を行う。また、評価における線源の位置及び建屋モデル図を図-2に示す。</p> <p>(2) 計算に用いる条件は、最大貯蔵能力等を考慮して十分な安全裕度を与えるように設定する。 線源強度を計算する際の評価対象とする主要な機器数は、各室又は各建屋に設置されている機器全数とする。</p> <p>※1 ウランと娘核種の線源強度及びエネルギースペクトルは、ウラン濃縮度毎の同位体組成比及び貯蔵等の経過時間を考慮して、燃焼計算コード (ORIGEN) により計算する。</p> <p>※2 線源とした機器等を球状にモデル化し、モデル毎の等価点線源強度を UR₀ の自己遮蔽等を考慮して一次元輸送計算コード (ANISN) により計算する。 なお、線源とした機器等のモデル化に際しては、線源とした機器等の板厚による放射線の低減効果を考慮する。</p> <p>※3 ウラン及び放射性廃棄物の貯蔵等を行う各建屋からの直接線及びスカイシャイン線による実効線量の和をウラン濃縮建屋の排気口を中心に十六方位の周辺監視区域境界地点について計算する。</p> <p>※4 モデル毎の等価点線源強度と各建屋の線源として有効な線源機器数を乗じて、各建屋の点線源強度を求め、点線源の位置を各建屋の評価点に近い壁 (直接線の計算) 及び各建屋の中央 (スカイシャイン線の計算) に設定する。 直接線による実効線量の計算には点減衰核積分計算コード (QAD) を用い、スカイシャイン線による実効線量の計算には、一回散乱計算コード (SCATTERING) を用いる。</p> <p>図-1 直接線・スカイシャイン線の線量評価手順</p>	<p>(注4) 評価結果の概要は以下のとおり。申請書の記載は第3回申請と同様の記載とする。</p> <p>直接線及びスカイシャイン線の評価概要</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価ステップ</th> <th>概念図</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>STEP 1 (3.1(1)) ウランの同位体組成²³⁴U、²³⁵U及び²³⁸Uの含有割合)から、ORIGEN-2により単位ウラン量当りの線源強度を計算する。</td> <td> <p>天然/劣化ウラン ²³⁵U:0.7%</p> <p>劣化ウランは天然ウラン相当として評価</p> <p>濃縮ウラン ²³⁵U:6%</p> </td> </tr> <tr> <td>STEP 2 (表1) 工場内のウランを内包する機器 (充填UF₆をガス移送して空になる機器を含む)を線源機器として選定する。</td> <td> <p>シリンダ</p> <p>コールドトラップ</p> </td> </tr> <tr> <td>STEP 3 (3.1(2)) 機器に内包するウラン量と機器の部材 (鉄等)による遮蔽効果等を考慮し、機器毎の線源強度を ANISN により計算する。</td> <td> <p>容積等価球モデル</p> <p>等価点線源</p> <p>鉄</p> <p>空気</p> </td> </tr> <tr> <td>STEP 4 (3.1(4)) 機器が設置されている建屋のコンクリート壁による減衰効果等を考慮し、機器から直接評価地点にまで届く放射線量を QAD により計算する。(直接線)</td> <td> <p>建屋</p> <p>放射線(ガンマ線)</p> <p>評価地点 X mSv</p> </td> </tr> <tr> <td>STEP 5 (3.1(4)) 機器が設置されている建屋の天井コンクリートによる減衰効果等を考慮し、空気中の散乱によって評価地点にまで届く放射線量を SCATTERING により計算する。(スカイシャイン線)</td> <td> <p>建屋</p> <p>散乱</p> <p>放射線(ガンマ線)</p> <p>評価地点 Y mSv</p> <p>線源は建屋中心に設定</p> </td> </tr> <tr> <td>STEP 6 STEP4 の直接線と STEP5 のスカイシャイン線による評価地点の放射線量を合計し、評価地点の線量を算出する。</td> <td> <p>建屋</p> <p>評価地点 (X+Y) mSv</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>○線源機器の設定の考え方について 内包するウラン量及び各機器の板厚による放射線の低減効果や運転条件を考慮し線源機器を設定する。 具体的には、ウラン濃縮建屋内の線源機器は、固体状のウランを大量に内包する機器であり、カスケード設備へのUF₆の供給及び回収並びにガス移送による充填・排気を連続的に行うコールドトラップ、原料シリンダ、中間製品容器、廃品シリンダ及び製品シリンダとする。同様に、カスケード設備内の付着ウランの回収及びガス移送による充填・排気を連続的に行うコールドトラップ、付着ウラン回収容器を線源機器に設定する。</p>	評価ステップ	概念図	STEP 1 (3.1(1)) ウランの同位体組成 ²³⁴ U、 ²³⁵ U及び ²³⁸ Uの含有割合)から、ORIGEN-2により単位ウラン量当りの線源強度を計算する。	<p>天然/劣化ウラン ²³⁵U:0.7%</p> <p>劣化ウランは天然ウラン相当として評価</p> <p>濃縮ウラン ²³⁵U:6%</p>	STEP 2 (表1) 工場内のウランを内包する機器 (充填UF ₆ をガス移送して空になる機器を含む)を線源機器として選定する。	<p>シリンダ</p> <p>コールドトラップ</p>	STEP 3 (3.1(2)) 機器に内包するウラン量と機器の部材 (鉄等)による遮蔽効果等を考慮し、機器毎の線源強度を ANISN により計算する。	<p>容積等価球モデル</p> <p>等価点線源</p> <p>鉄</p> <p>空気</p>	STEP 4 (3.1(4)) 機器が設置されている建屋のコンクリート壁による減衰効果等を考慮し、機器から直接評価地点にまで届く放射線量を QAD により計算する。(直接線)	<p>建屋</p> <p>放射線(ガンマ線)</p> <p>評価地点 X mSv</p>	STEP 5 (3.1(4)) 機器が設置されている建屋の天井コンクリートによる減衰効果等を考慮し、空気中の散乱によって評価地点にまで届く放射線量を SCATTERING により計算する。(スカイシャイン線)	<p>建屋</p> <p>散乱</p> <p>放射線(ガンマ線)</p> <p>評価地点 Y mSv</p> <p>線源は建屋中心に設定</p>	STEP 6 STEP4 の直接線と STEP5 のスカイシャイン線による評価地点の放射線量を合計し、評価地点の線量を算出する。	<p>建屋</p> <p>評価地点 (X+Y) mSv</p>	
評価ステップ	概念図															
STEP 1 (3.1(1)) ウランの同位体組成 ²³⁴ U、 ²³⁵ U及び ²³⁸ Uの含有割合)から、ORIGEN-2により単位ウラン量当りの線源強度を計算する。	<p>天然/劣化ウラン ²³⁵U:0.7%</p> <p>劣化ウランは天然ウラン相当として評価</p> <p>濃縮ウラン ²³⁵U:6%</p>															
STEP 2 (表1) 工場内のウランを内包する機器 (充填UF ₆ をガス移送して空になる機器を含む)を線源機器として選定する。	<p>シリンダ</p> <p>コールドトラップ</p>															
STEP 3 (3.1(2)) 機器に内包するウラン量と機器の部材 (鉄等)による遮蔽効果等を考慮し、機器毎の線源強度を ANISN により計算する。	<p>容積等価球モデル</p> <p>等価点線源</p> <p>鉄</p> <p>空気</p>															
STEP 4 (3.1(4)) 機器が設置されている建屋のコンクリート壁による減衰効果等を考慮し、機器から直接評価地点にまで届く放射線量を QAD により計算する。(直接線)	<p>建屋</p> <p>放射線(ガンマ線)</p> <p>評価地点 X mSv</p>															
STEP 5 (3.1(4)) 機器が設置されている建屋の天井コンクリートによる減衰効果等を考慮し、空気中の散乱によって評価地点にまで届く放射線量を SCATTERING により計算する。(スカイシャイン線)	<p>建屋</p> <p>散乱</p> <p>放射線(ガンマ線)</p> <p>評価地点 Y mSv</p> <p>線源は建屋中心に設定</p>															
STEP 6 STEP4 の直接線と STEP5 のスカイシャイン線による評価地点の放射線量を合計し、評価地点の線量を算出する。	<p>建屋</p> <p>評価地点 (X+Y) mSv</p>															

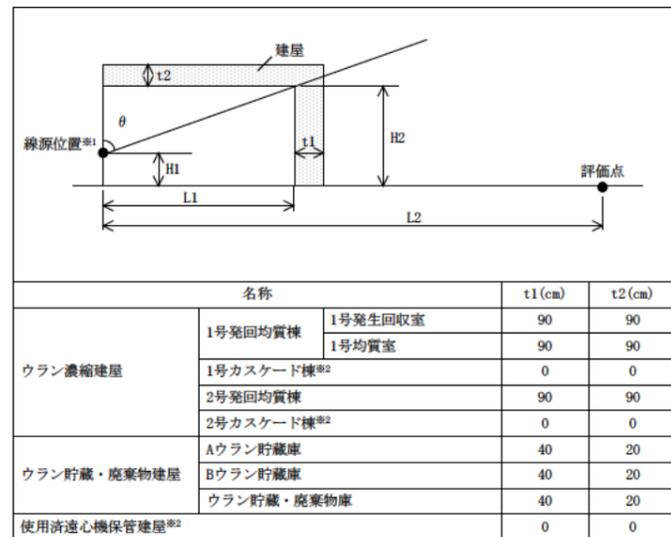
※青枠で示した箇所は、設工認申請書の記載の充実化、適正化を図る箇所を示す。

設工認申請書



※1：点線源の位置を各建屋の評価点に近い壁に設定する。
 ※2：遮蔽効果を見込まない。

図-2 (1/2) 線源位置及び建屋モデル図 (直接線)



※1：点線源の位置を各建屋の中央に設定する。
 ※2：遮蔽効果を見込まない。

補足説明

また、遠心分離機で取扱うウランは、気体状のUF₆であり、有意な線源とはならないが、遠心分離機内部に固体状の付着ウランがあるものとして線源機器に設定する。

なお、1号発回均質棟内のUF₆処理設備及び均質・ブレンド設備の機器は、使用を廃止して保管廃棄するが、UF₆を取扱うものとして線源機器に設定する。

ウラン貯蔵・廃棄物建屋の線源は、大量の固体状のウランを貯蔵する原料シリンダ、製品シリンダ及び廃品シリンダとする。また、Cウラン貯蔵室に設定している使用済遠心機保管エリアには、今後、使用済遠心機を保管しないが、内部に固体状の付着ウランがある状態の遠心分離機を線源機器として設定する。

また、使用済NaFを収納する200Lドラム缶及びスラッジを収納する20Lドラム缶については、内包ウラン量は少ないが、ドラム缶の遮蔽効果が小さいため、線源機器として設定する。

使用済遠心機保管建屋に保管する使用済遠心機についても、内部に固体状の付着ウランがある状態の遠心分離機を線源機器として設定する。

備考

※青枠で示した箇所は、設工認申請書の記載の充実化、適正化を図る箇所を示す。

設工認申請書	補足説明	備考
<p data-bbox="240 306 635 342">3.2. 線量評価結果 次回申請 <small>(注5)</small></p> <p data-bbox="240 363 1418 432">設備・機器の肉厚等の基本的構造については、今回の申請において示すが、詳細な計算方法及び計算条件並びに評価結果については、その他の線源の申請と合わせて次回に申請を行う。</p>	<p data-bbox="1457 327 1872 359">(注5) 次回申請する項目を明確にする。</p>	

※青枠で示した箇所は、設工認申請書の記載の充実化、適正化を図る箇所を示す。

新型遠心機への更新等に係る申請分

【遠心機更新】

設工認申請書	補足説明	備考
<p>1. 概要 本資料は、「加工施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）」第22条に基づき、放射線による被ばくの防止について説明するものである。 <u>本資料では、事業変更許可申請書に示すとおり、本施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が、原子力規制委員会の定める線量限度より十分下回ることについて説明するものである。</u></p> <p>2. 基本方針 本施設は、事業変更許可申請書に示すとおり、施設の特徴として、取り扱う核燃料物質（未照射ウラン）の放射能が比較的低いことを踏まえ、周辺監視区域外の線量及び従事者の線量が、「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（平成27年8月31日原子力規制委員会告示第8号）」（以下「線量告示」という。）で定められた線量限度を超えないことはもとより、公衆の被ばく線量及び従事者が立ち入る場所における線量を合理的に達成できる限り低くするための対策を講じる。 本施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が線量告示で定められた線量限度を十分下回することを線量評価により確認する。</p> <p>3. 貯蔵等に起因する一般公衆に対する外部放射線による線量評価 <u>事業変更許可申請書に示すように、本申請の変更内容（RE-XXXXXXXXXXの新型遠心機への更新等）に加えて、事業変更許可申請書で示したその他の変更内容（新規基準への適合に係る申請等）を含めた本施設全体として直接線及びスカイシャイン線による線量を評価した結果、本施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量（2×10^{-2} mSv/y）は、「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」において定める線量目標値（$50 \mu\text{Sv/y}$（$=5 \times 10^{-2}$ mSv/y））以下である。本申請において、事業変更許可申請書で示した条件の変更はない。</u> <u>なお、本申請で申請する設備・機器のうち、遠心分離機（RE-XXXXXXXXXX）が線源の一つとなるが、当該機器で取り扱う核燃料物質は、高真空のUF₆ガスであるため、有意な線源とはならない。評価においては、金属製の構成部品の一部に一定量の付着ウランの生成があるものと仮定して評価するが、当該機器からの線量は10^{-4} mSv/yオーダーであり、本施設全体の評価結果（2×10^{-2} mSv/y）に対して十分小さい。^(注1)</u></p>	<p>(注1) 事業変更許可申請書で示すように、本申請の変更内容を含めて施設全体として評価した評価結果が、線量目標値を十分下回っていること及び事業変更許可申請書で示した条件に変更がないことを明確にする。 また、施設全体の評価結果に対して、遠心分離機からの影響が十分小さいことを明確にする。</p>	

※青枠で示した箇所は、設工認申請書の記載の充実化、適正化を図る箇所を示す。