

(添付資料)

六ヶ所ウラン濃縮工場における劣化ウランの最大貯蔵能力の増強について

令和8年5月
日本原燃株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 現在の劣化ウランの貯蔵	2
3. 施設の変更	5
3.1 変更の概要	5
3.2 変更に係る安全性について	8
(1) 放射線の遮蔽	8
(2) 放射性物質の閉じ込めの機能	8
(3) 平常時における公衆の線量評価	8
(4) 地震に対する考慮	15
(5) 火災・爆発に対する考慮	15
(6) 臨界安全	15
(7) 外部からの衝撃に対する考慮	15
4. 変更に係る予定	16

1. はじめに

当社六ヶ所ウラン濃縮工場は、天然ウランを遠心分離法により、濃縮ウランと劣化ウランに分離し、商業用軽水炉燃料の原料となる濃縮ウランを生産する施設である。

現在は、2017年5月17日に事業変更許可を受けた分離作業能力450 tSWU/yのうち、150 tSWU/y規模（RE-2A運転単位）で生産しており、残り300 tSWU/y分（RE-2B運転単位、RE-2C運転単位）については、遠心分離機の更新工事が完了次第順次生産を開始する計画としている。

濃縮ウランの生産過程において発生する劣化ウランは、ANSI又はISO規格48Yシリンダ^(注1)（以下「48Yシリンダ」という。）に充填後、ウラン貯蔵・廃棄物建屋のBウラン貯蔵室及びCウラン貯蔵室に貯蔵している。劣化ウランは将来的にはMOX燃料の原料として利用すること等を考えている。Bウラン貯蔵室及びCウラン貯蔵室における劣化ウランの貯蔵量は、2028年12月に現在の最大貯蔵能力の48Yシリンダ1222本に達する見込み（図-1参照。）であり、貯蔵能力を増強するため、核燃料物質の貯蔵施設の変更（最大貯蔵能力の増強）に係る事業変更許可の申請を行うことを計画している。

次章以降に、変更の概要及び変更に係る安全性について示す。

(注1)：ANSI (American National Standards Institute) は米国国家規格協会、ISO (International Organization for Standardization) は国際標準化機構である。48Yシリンダは、六フッ化ウランの輸送、貯蔵に使用される容器の設計、製造、検査及び保守に関する基準を定めたANSI N14.1又はISO 7195に基づき製造されている。ISO 7195は、ANSI N14.1を国際標準化したものであり、それぞれの規格の内容に大きな違いはない。

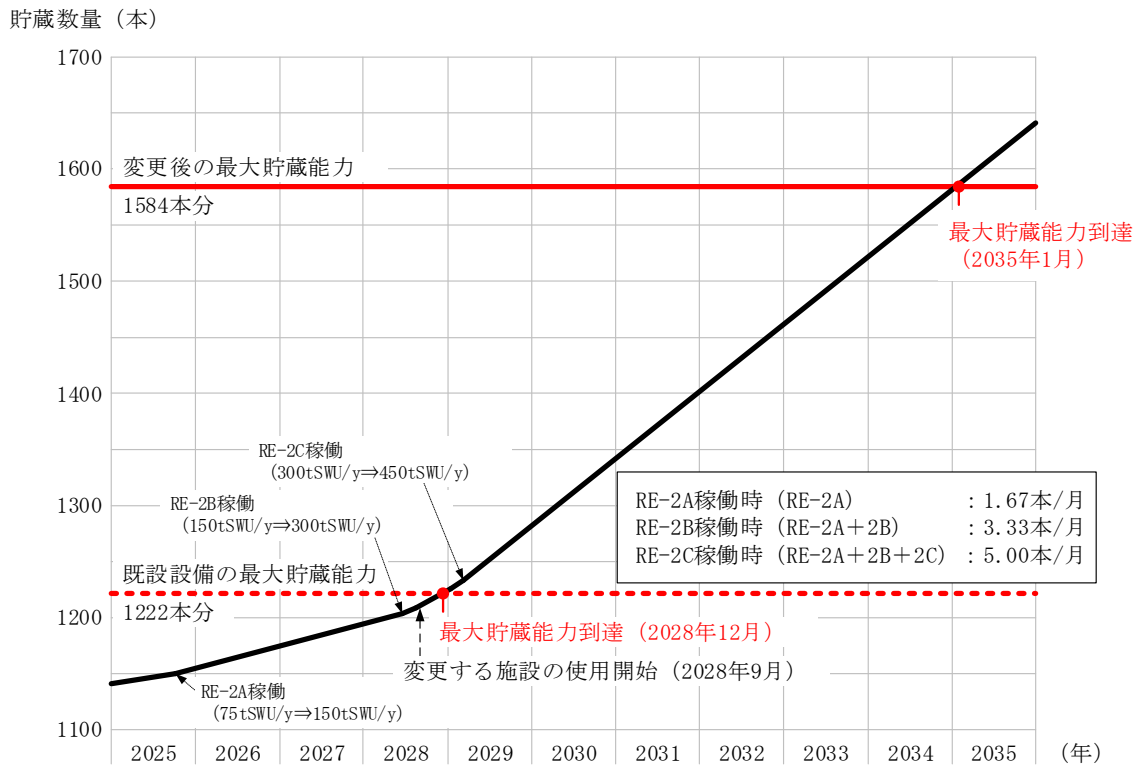


図-1 劣化ウランの貯蔵量推移

2. 現在の劣化ウランの貯蔵

当社六ヶ所ウラン濃縮工場は、これまで、操業規模及び生産規模に応じて劣化ウランの最大貯蔵能力の増強を表－1のとおり実施しており、現在の最大貯蔵能力は48Y シリンダ1222本である。なお、劣化ウランは48Y シリンダに充填され、置台上に定置し貯蔵されるが、その貯蔵方法には、1段積み方式と中間サドルを介した2段積み方式がある。

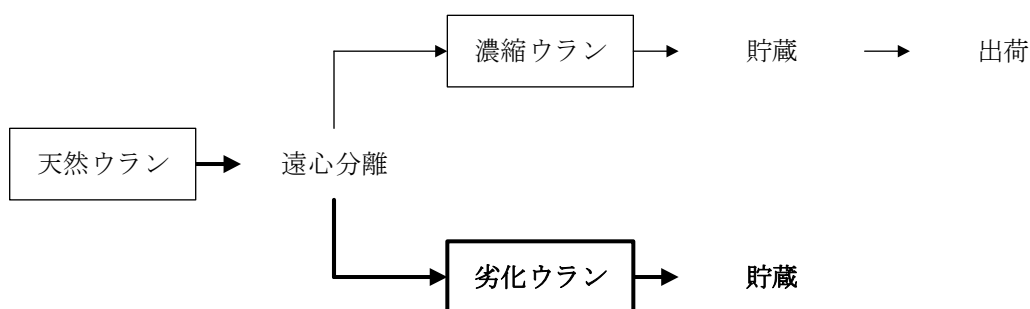
劣化ウランの貯蔵の流れを図－2に、貯蔵場所の配置を図－3に、1段積み方式置台及び2段積み方式置台の構造、貯蔵方法を図－4に示す。

表－1 劣化ウランの最大貯蔵能力の増強

事業（変更） 許可取得時期	劣化ウラン最大貯蔵能力 (48Y シリンダ換算)			
	A ウラン貯蔵室	B ウラン貯蔵室	C ウラン貯蔵室	合計
1988年8月	210本 (注1)			210本
1993年7月	－ (注1)	432本	630本	1062本
2006年2月	－ (注1)	592本 (注2)	630本	1222本 (注2)

(注1)：操業規模の拡大に伴い、ウラン貯蔵・廃棄物建屋を増設（Bウラン貯蔵室及びCウラン貯蔵室含む。）し、Aウラン貯蔵室に貯蔵していた劣化ウランをBウラン貯蔵室又はCウラン貯蔵室に移動した。これにより、Aウラン貯蔵室では、天然ウラン及び濃縮ウラン等を貯蔵している。

(注2)：Bウラン貯蔵室の北側エリア（図－3の③-1エリア）に設置している48Yシリンダ置台を天然ウラン貯蔵用から劣化ウラン貯蔵用に転用することにより貯蔵能力を増強した。



図－2 劣化ウランの貯蔵の流れ

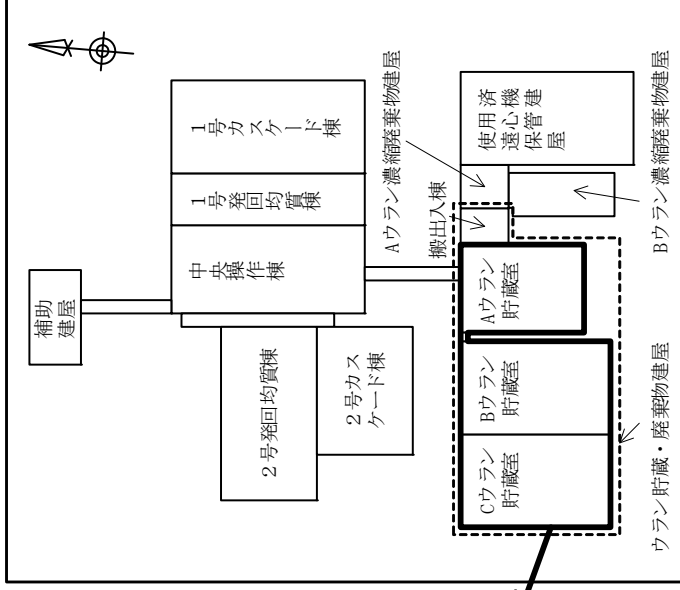
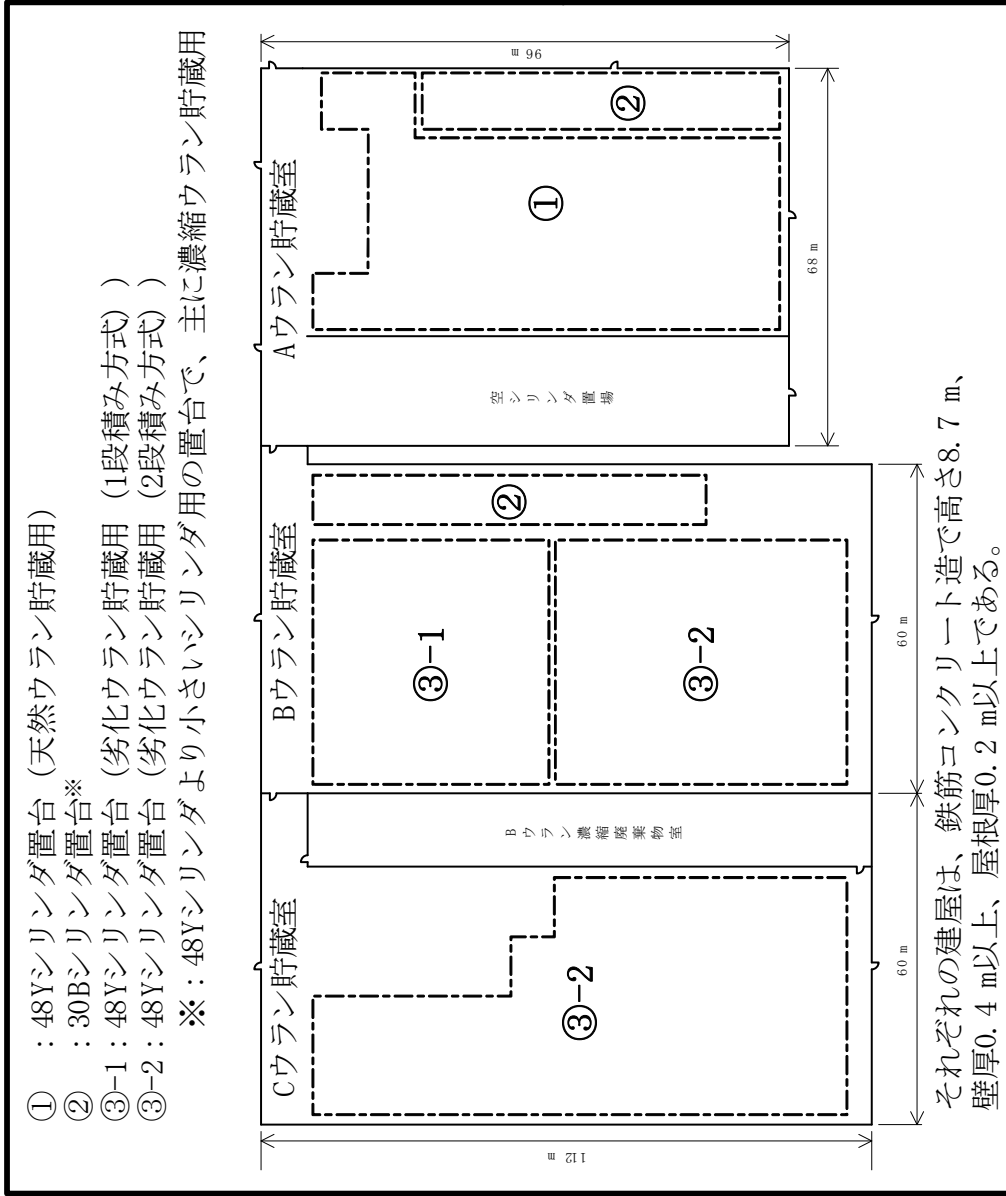


図-3 貯蔵場所配置図

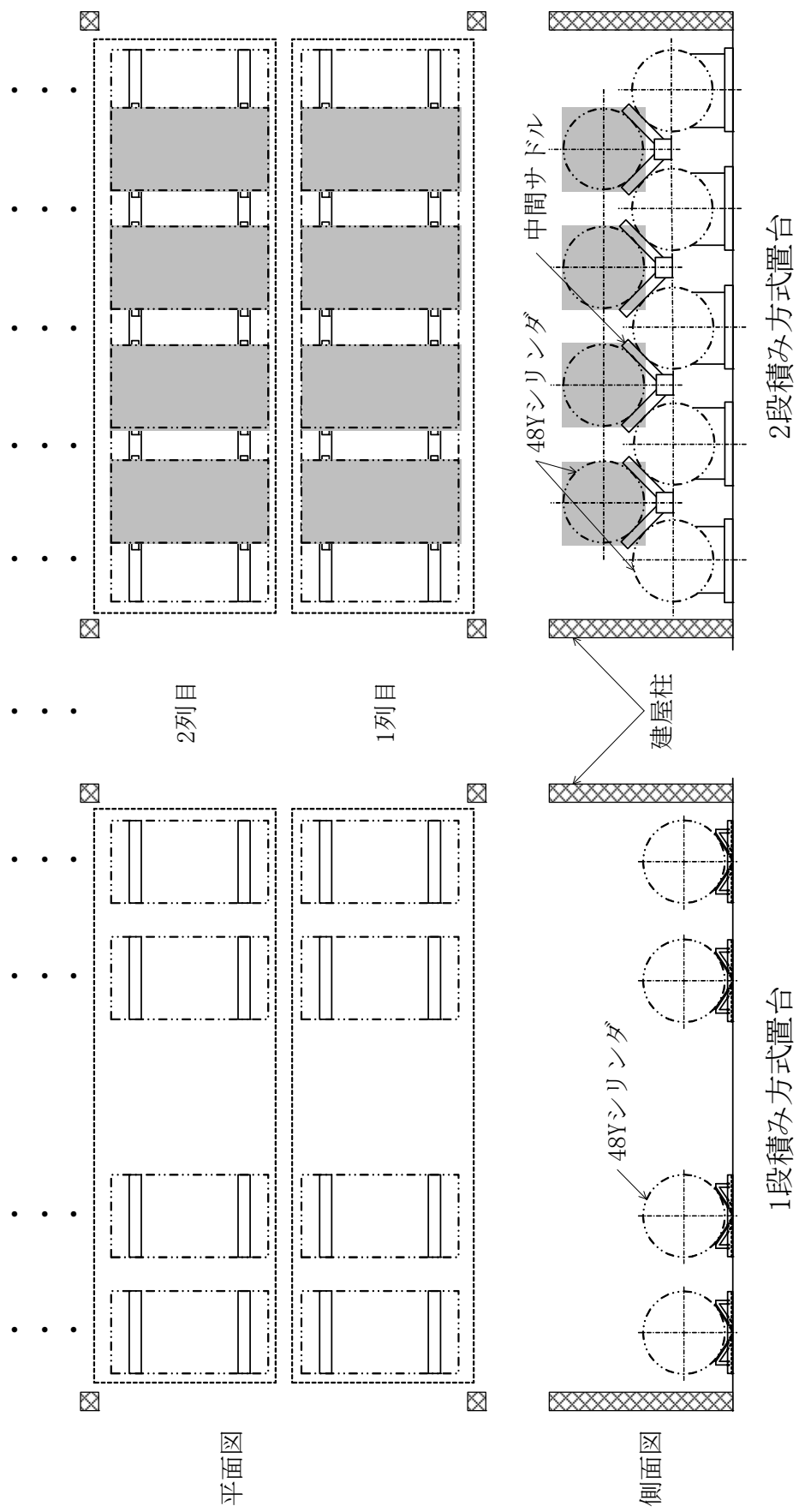


図-4 1 段積み方式置台及び2 段積み方式置台の構造、貯蔵方法

3. 施設の変更

3.1 変更の概要

劣化ウランの貯蔵能力を增強するため、以下の変更を行う。

- ・B ウラン貯蔵室の1段積み方式の置台を2段積み方式に変更（1段積み方式置台を撤去し、2段積み方式置台を設置する。）する。
- ・C ウラン貯蔵室の空きスペースに2段積み方式置台を設置する。

本変更により、劣化ウランの最大貯蔵能力は、表－2に示すとおり、48Y シリンダ 362本増の1584本となる。

設置する置台については、既設の2段積み方式の置台と同じ仕様・構造とする。変更前後の比較を図－5に示す。

表－2 最大貯蔵能力の変更前後比較

貯蔵場所	変更前	変更後
	最大貯蔵能力	最大貯蔵能力
B ウラン貯蔵室	592 本	792 本(200 本増)
C ウラン貯蔵室	630 本	792 本(162 本増)
合計	1222 本	1584 本 (362 本増)

変更前	変更後	変更内容
<p>配置</p>		<p>既設の1段積み方式置台 (160本分) を撤去し、2段積み方式置台 (360本分) を設置する。</p>
<p>1段積み方式</p> <p>• 4本×10列×4エリア = 160本</p>	<p>2段積み方式</p> <p>• 9本×10列×4エリア = 360本 ※200本増</p>	

図-5 (1/2) 変更前後比較図 (B ウラン貯蔵室)

変更前	変更後	変更内容
<p>配置</p>		<p>空きスペース (①及び②) に2段積み方式置台 (計162本分) を設置する。</p>
<p>貯蔵方式</p> <p>(設置なし)</p>	<p>2段積み方式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・① 9本×8列×1エリア=72本 ・② 9本×10列×1エリア=90本 <p>※計162本増</p>	

図-5 (2/2) 変更前後比較図 (Cウラン貯蔵室)

3.2 変更に係る安全性について

今回の変更に対し、施設内で取り扱う核燃料物質量の増加を踏まえた以下の評価、設計を行うとともに、設置する置台は、既設の置台と同様に、以下の方針で設計を行う。

(1) 放射線の遮蔽

六ヶ所ウラン濃縮工場で取り扱う核燃料物質は、未照射（原子力発電所で使用前）の低濃縮ウランであることから、放射能は小さく遮蔽設備の設置等の特別な遮蔽設計を必要としない。なお、劣化ウランは放射線の遮蔽効果のある炭素鋼で十分な肉厚を有する 48Y シリンダに密封状態で貯蔵される。

(2) 放射性物質等の閉じ込めの機能

劣化ウランの貯蔵に関して必要な閉じ込め機能は、耐食性を有する材料（炭素鋼）を使用し国際的な規格に適合した 48Y シリンダにて確保する。

なお、劣化ウランは大気圧以下の圧力で 48Y シリンダに充填され密封状態で貯蔵されるとともに、鉄筋コンクリート造の堅牢な建屋に収納されることから、閉じ込め機能は確保されている。また、外観点検、肉厚測定により 48Y シリンダの健全性を確認している。

上記により、ウラン（UF₆）及び UF₆ と大気中の水分が反応して生成されるフッ化水素（HF）の施設外への放出量及び放出濃度が増加することはなく、UF₆ 及び HF により工場等周辺の公衆へ過度の化学的影響を及ぼすおそれはない。

なお、既許可時において、工場内の UF₆ を内包する全ての機器が損傷した場合の UF₆ 及び HF の施設外への放出濃度を評価しており、今般、劣化ウランの最大貯蔵量が増加するが、既許可の放出濃度評価時に保守的に見込んだ条件の範囲内である。

(3) 平常時における公衆の線量評価

a. 排気による周辺環境への影響

劣化ウランは、48Y シリンダに密封状態で貯蔵されるため、最大貯蔵能力の増強によりウラン濃縮建屋の排気口から施設外に放出される放射性物質の量が増加することはない。

したがって、劣化ウランの最大貯蔵能力の増強後においても、ウラン濃縮建屋の排気口における放射性物質濃度が「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」（以下「線量告示」という。）に定める周辺監視区域外の空気中の濃度限度に比べ十分小さいことに変更はなく、周辺環境への影響は十分に小さい。

ウラン濃縮建屋の排気口から施設外に放出される放射性物質による一般公衆の線量評価は、以下のとおり。

【2017年5月17日に許可を受けた事業変更許可申請書に示す評価結果】

ウラン濃縮建屋の排気口における放射性物質濃度は 2×10^{-12} Bq/cm³ となり、「線量告示」に定める周辺監視区域外の空気中の濃度限度 2×10^{-7} Bq/cm³ に比べ十分小さい。また、排気口から放出された気体廃棄物中の放射性物質は大気中で

拡散し、更に放射性物質濃度は小さくなるため、十分な安全裕度のある拡散条件を考慮しても、公衆の線量は具体的な線量を評価するまでもなく極めて小さい。

b. 排水による周辺環境への影響

劣化ウランは、48Y シリンダに密封状態で貯蔵されるため、最大貯蔵能力の増強により施設外に放出される放射性液体廃棄物の量が増加することはない。

なお、劣化ウランの最大貯蔵能力の増強後においても、排水中の放射性物質濃度が「線量告示」に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度の 10 分の 1 以下であることを確認した後に放出することに変更はなく、周辺環境への影響は十分に小さい。排水による一般公衆の線量評価は、以下のとおり。

【2017 年 5 月 17 日に許可を受けた事業変更許可申請書に示す評価結果】

放射性液体廃棄物の放出は、処理水ピットにて試料の採取を行い、放射性物質濃度が「線量告示」に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度の 10 分の 1 以下であることを確認した後、放出する。また、排水量を 1300 m³/y に制限する。排水中に含まれて放出するウランの年間放出量は、管理廃水処理設備により適切に処置することにより十分少量になるので、十分な裕度のある拡散条件を考慮しても、公衆の線量は具体的な線量を評価するまでもなく極めて小さい。

c. 施設からの放射線による一般公衆の線量

劣化ウランの最大貯蔵能力変更に伴い線源が増加するため、六ヶ所ウラン濃縮工場からの放射線（直接線及びスカイシャイン線）に起因する線量を評価する。

(a) 評価方法の概要

六ヶ所ウラン濃縮工場からの直接線及びスカイシャイン線による公衆の線量は、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、ウラン及び放射性廃棄物を取り扱う各建屋からの実効線量の総和を計算する。

(b) 評価条件

i. 線源

線量の評価に用いる線源は、ウラン（天然ウラン、濃縮ウラン及び劣化ウラン）及び放射性廃棄物の最大貯蔵量並びに工程中のウラン保有量を考慮して十分な安全裕度を与えるように設定する。

ii. 評価地点

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行う。

iii. 評価方法

ウランと子孫核種の線源強度及びエネルギースペクトルは、ウランの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-2）により計算する。なお、ウランの濃縮度は、評価が安全側になるように設定する（濃縮ウラン：最高濃縮度 5 %より高い 6 %、天然ウラン及び劣化ウラン：共に天然ウラン相当の 0.71 %）。また、貯蔵等の経過時間を考慮して 48Y シリンダ等内に

におけるウランの子孫核種の生成期間については、ほぼ放射平衡状態（放射エネルギーがほぼ一定）になる期間として充填後 10 年経過とする。主要な線源である濃縮ウラン（濃縮度：6%、子孫核種の生成期間：充填後 10 年経過）のガンマ線エネルギースペクトルを表-3 に示す。

線源とした機器等を球形にモデル化し、モデル毎の等価点線源強度を UF_6 の自己遮蔽等を考慮して次元輸送計算コード（ANISN）により計算する。

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機器等の数量から、各建屋の点線源強度を求め、点線源の位置を各建屋における評価地点に近い壁（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。計算フローを図-6 に、計算モデルのイメージを図-7 に示す。

(c) 評価結果

直接線及びスカイシャイン線による公衆の実効線量は、十六方位中、北（N）方位の周辺監視区域境界が最大となり、既許可における地点（NNE）と変わるが、評価結果は約 2×10^{-2} mSv/y となる。（図-8 参照。）

本評価値は、「線量告示」に定める周辺監視区域外の線量限度 1 mSv/y に比べ十分小さい。また、「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 $50 \mu\text{Sv/y}$ 以下である。

表-3 濃縮ウラン（濃縮度：6 %、子孫核種の生成期間：充填後 10 年経過）の
ガンマ線エネルギースペクトル

平均エネルギー (MeV)	単位ウラン量当たりの線源強度※ (photons/s/t-U)
1.00 E-02	3.09 E+10
2.50 E-02	2.02 E+09
3.75 E-02	8.51 E+08
5.75 E-02	1.91 E+09
8.50 E-02	2.32 E+09
1.25 E-01	1.35 E+09
2.25 E-01	3.30 E+09
3.75 E-01	3.04 E+08
5.75 E-01	1.61 E+08
8.50 E-01	1.04 E+08
1.25 E+00	7.40 E+07
1.75 E+00	1.14 E+07
2.25 E+00	5.72 E+03
2.75 E+00	1.96 E+03
3.50 E+00	1.72 E+03
5.00 E+00	7.33 E+02
7.00 E+00	8.40 E+01
9.50 E+00	9.63 E+00
合計	4.33 E+10

※：ORIGEN2.2UPJ（ライブラリ：ORLIBJ40）に基づき算出した単位ウラン量当たりの線源強度

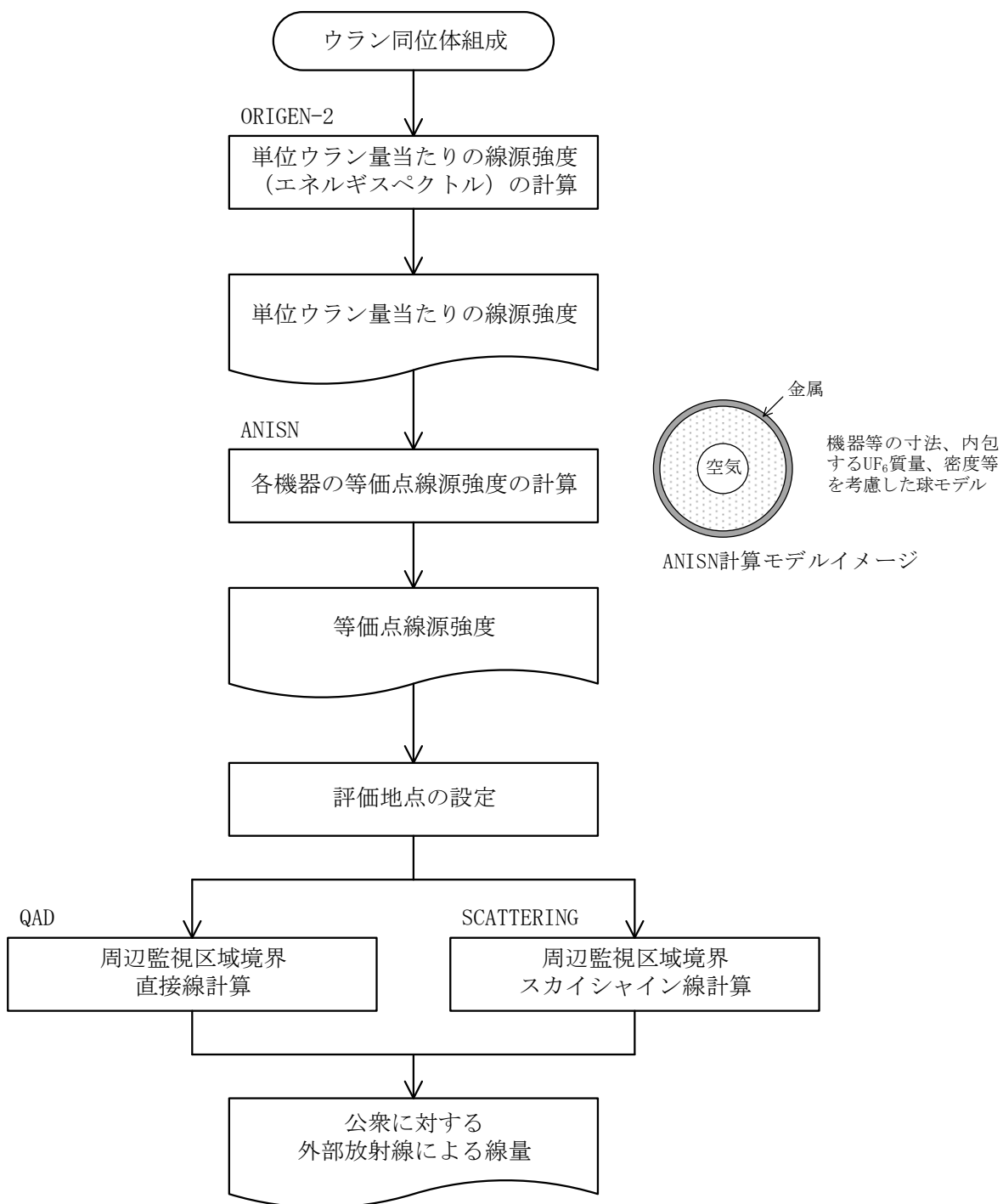


図-6 直接線及びスカイシャイン線の計算フロー

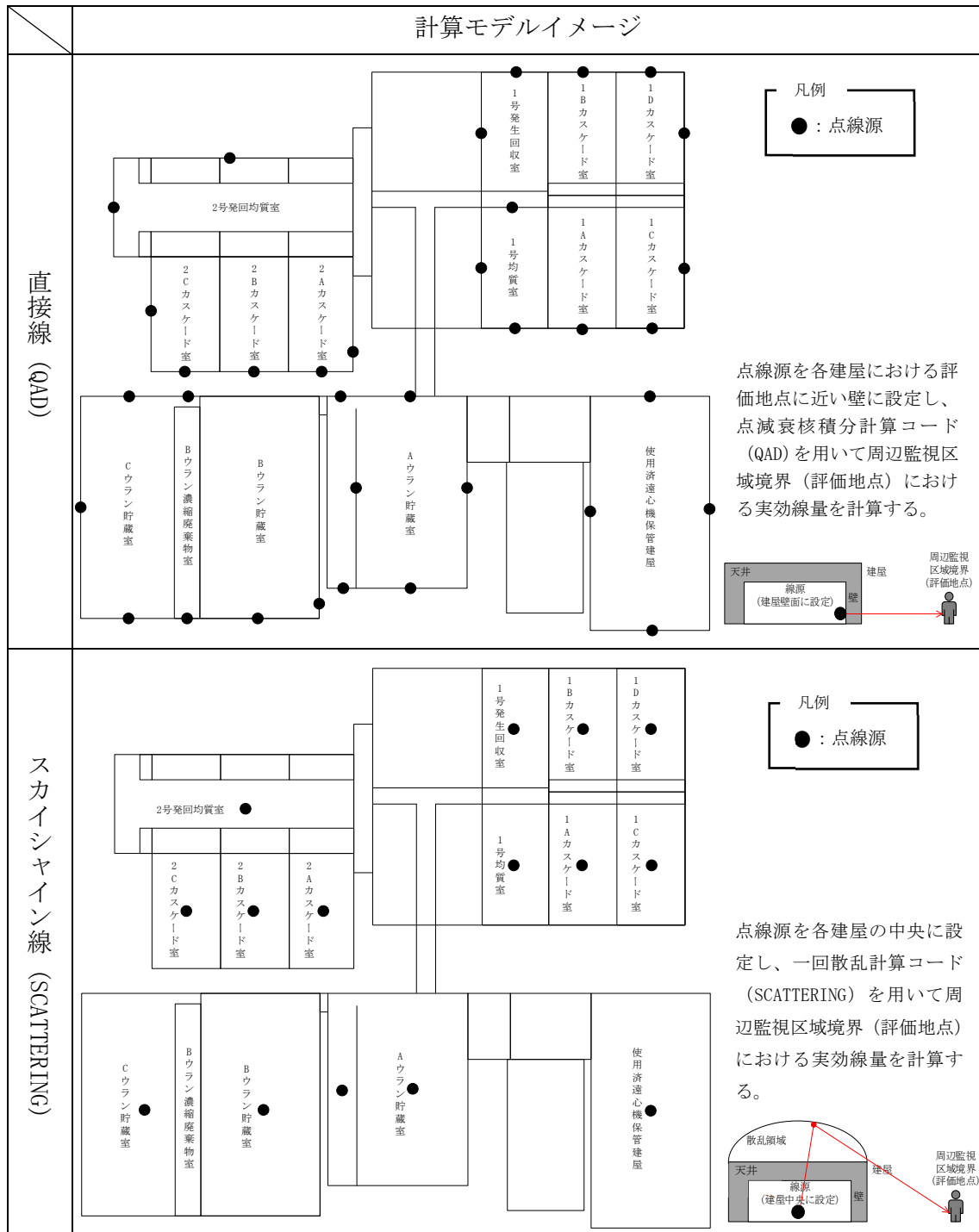
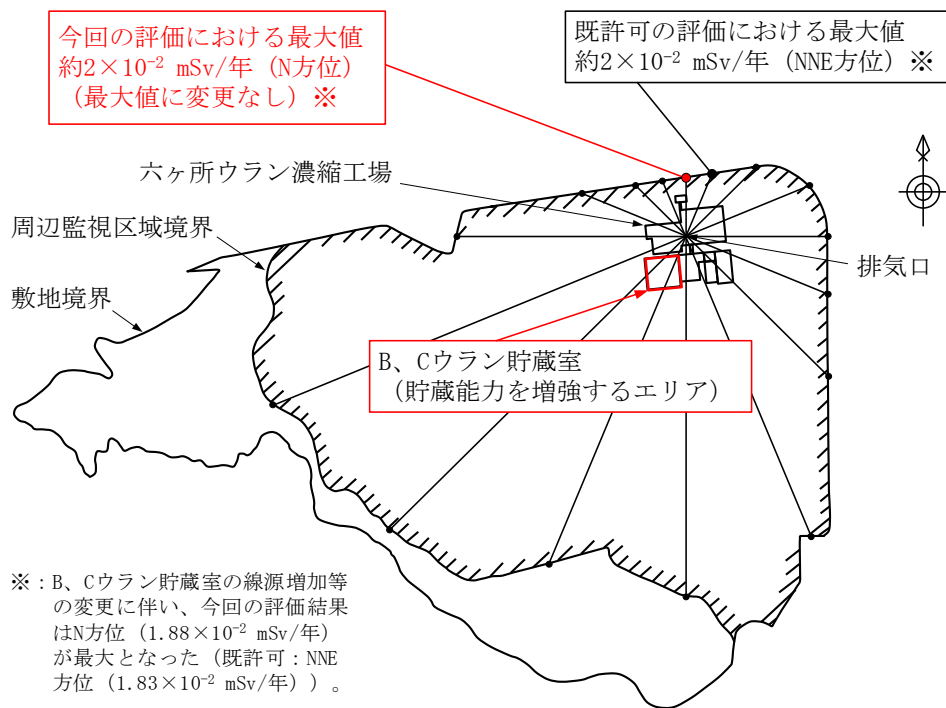


図-7 直接線及びスカイシャイン線の計算モデルイメージ図



図－8 施設からの放射線による一般公衆の線量

d. 周辺環境への影響のまとめ

劣化ウランの最大貯蔵能力の増強による排気及び排水中の放射性物質の増加はなく、影響は十分小さいというこれまでの評価に変更はない。また、施設からの放射線による一般公衆の線量については、線源の増加を考慮し評価した結果、約 2×10^{-2} mSv/y（約 $20 \mu\text{Sv}/\text{y}$ ）と「線量告示」に定める周辺監視区域外の線量限度 $1 \text{ mSv}/\text{y}$ を十分に下回り、ALARA（合理的に達成できる限り低く）の目標である「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」の線量目標値 $50 \mu\text{Sv}/\text{y}$ を下回っている。

なお、周辺監視区域境界付近における自然放射線を含む外部放射線に係る線量当量（率）の平均実測値は約 $10 \mu\text{Sv}/7 \text{ 日}$ （約 $59 \text{ nSv}/\text{h}$ ）であり、事業開始当初から現在までの間において 48Y シリンダの貯蔵本数が約 1000 本増加しているが、本数値に有意な上昇はない。また、六ヶ所ウラン濃縮工場からの放射線の線量評価値（約 $2 \times 10^{-2} \text{ mSv}/\text{y} = 2.3 \text{ nSv}/\text{h}$ ）はこれと比較しても十分小さいと言える。

表－4 実効線量の評価結果

	現行（既許可）	変更後
直接線及びスカイシャイン線による実効線量	約 $2 \times 10^{-2} \text{ mSv}/\text{y}$ (NNE 方位)	約 $2 \times 10^{-2} \text{ mSv}/\text{y}$ (N 方位) ※

※：現行（既許可）における評価地点（NNE 方位）と変わるが、実効線量の評価値に変更はない。

(4) 地震に対する考慮

劣化ウランは48Y シリンダに充填され、置台上に定置されるため、耐震性は置台にて確保する。

設置する置台は、既設の2段積み置台と同じく耐震重要度分類第1類とし、耐震重要度分類第1類に適用される地震力に耐えるように設計する。具体的には、耐震性が確認されている既設の2段積み方式置台と同じ仕様・構造とする。

なお、劣化ウランの最大貯蔵能力増強により建屋荷重が増加するが、建設当時に保守的に見込んだ条件の範囲内であり、建屋構造の変更は不要であることを確認している。

(5) 火災・爆発に対する考慮

設置する置台は、既設置台と同じ建屋・室（火災の発生防止、感知、消火及び影響軽減対策が実施されている建屋・室）に設置するとともに、既設置台と同じく不燃性の材料（鋼材）を使用し、火災により六ヶ所ウラン濃縮工場の安全性が損なわれるおそれのない設計とする。

(6) 臨界安全

六ヶ所ウラン濃縮工場において取り扱う核燃料物質は、天然ウラン、濃縮ウラン及び劣化ウランであり、化学形態は UF_6 である。ウラン235の濃縮度0.95%以下の UF_6 及び UO_2F_2 は、質量無限大でも臨界に達するおそれはないため、ウラン235の濃縮度0.95%以上の濃縮ウランを内包する可能性のある設備及び機器を臨界管理の対象としている。

天然ウランのウラン235の割合は約0.7%であり、劣化ウランは、天然ウランよりもウラン235の割合は低くなるため、臨界管理の対象外である。

今回の変更は、劣化ウランの最大貯蔵能力の増強であり、臨界管理の対象外であることから、臨界安全設計に変更はない。

(7) 外部からの衝撃に対する考慮

劣化ウランは48Y シリンダに充填し、外部からの衝撃*に対する安全性が確保された建屋内に貯蔵するため、外部からの衝撃により安全性が損なわれるおそれはない。

※：風、積雪、竜巻、外部火災等

4. 変更に係る予定

事業変更許可申請：2026年7月

変更する施設の使用開始時期：2028年9月