

六ヶ所再処理工場第2低レベル廃棄物貯蔵建屋の変更
に係る確認結果について

令和元年7月

青森県原子力安全対策課
六ヶ所村原子力対策課

目 次

1. はじめに.....	1
2. 変更の概要.....	3
2. 1 目的.....	3
2. 2 変更内容.....	4
3. 変更に係る安全性.....	5
3. 1 一般公衆の線量評価.....	5
3. 2 放射線遮蔽.....	8
3. 3 建屋強度.....	8
3. 4 その他安全性.....	9
4. 確認結果.....	11

1. はじめに

日本原燃株式会社は、再処理工場から発生する雑固体廃棄物等といった低レベル放射性固体廃棄物を、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋（図1）と、操業開始後に着工し完成する第3低レベル廃棄物貯蔵建屋に貯蔵することとしている。

同社は、平成31年3月29日に開催された再処理工場に係る審査会合において、低レベル放射性固体廃棄物の貯蔵容量が平成31年1月末以降、約4年分であることに対し、今後の対応方針の説明を求められた。

このことを受け、同社は、第3低レベル廃棄物貯蔵建屋が完成するまでの期間に発生する廃棄物の貯蔵容量を確実に確保するため、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋の最大保管廃棄能力向上を図ることを計画した。本計画は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく事業変更許可を要することから、申請に先立ち、「六ヶ所再処理工場における使用済燃料の受入れ及び貯蔵並びにアクティブ試験に伴う使用済燃料等の取扱いに当たっての周辺地域の安全確保及び環境保全に関する協定書」第4条の規定により、令和元年7月8日、同社から青森県及び六ヶ所村に対し、新設等計画書が提出されたところである。

当該計画については、今後、同社からの事業変更許可申請を受けて、国が法令に基づき安全審査を行うこととなるが、青森県及び六ヶ所村としても、安全性が確保される見通しが得られることを概括的に確認するため、変更となる部分の安全性に係る評価について、同社から詳細な説明を受けるとともに、専門家の助言を得ながら検討を行った。

助言をいただいた専門家は次のとおりである。

片桐 裕実（元国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）

久松 俊一（公益財団法人環境科学技術研究所 常務理事）

雑賀 寛（公益財団法人原子力安全技術センター 放射線安全部次長

兼 防災技術センター所長）

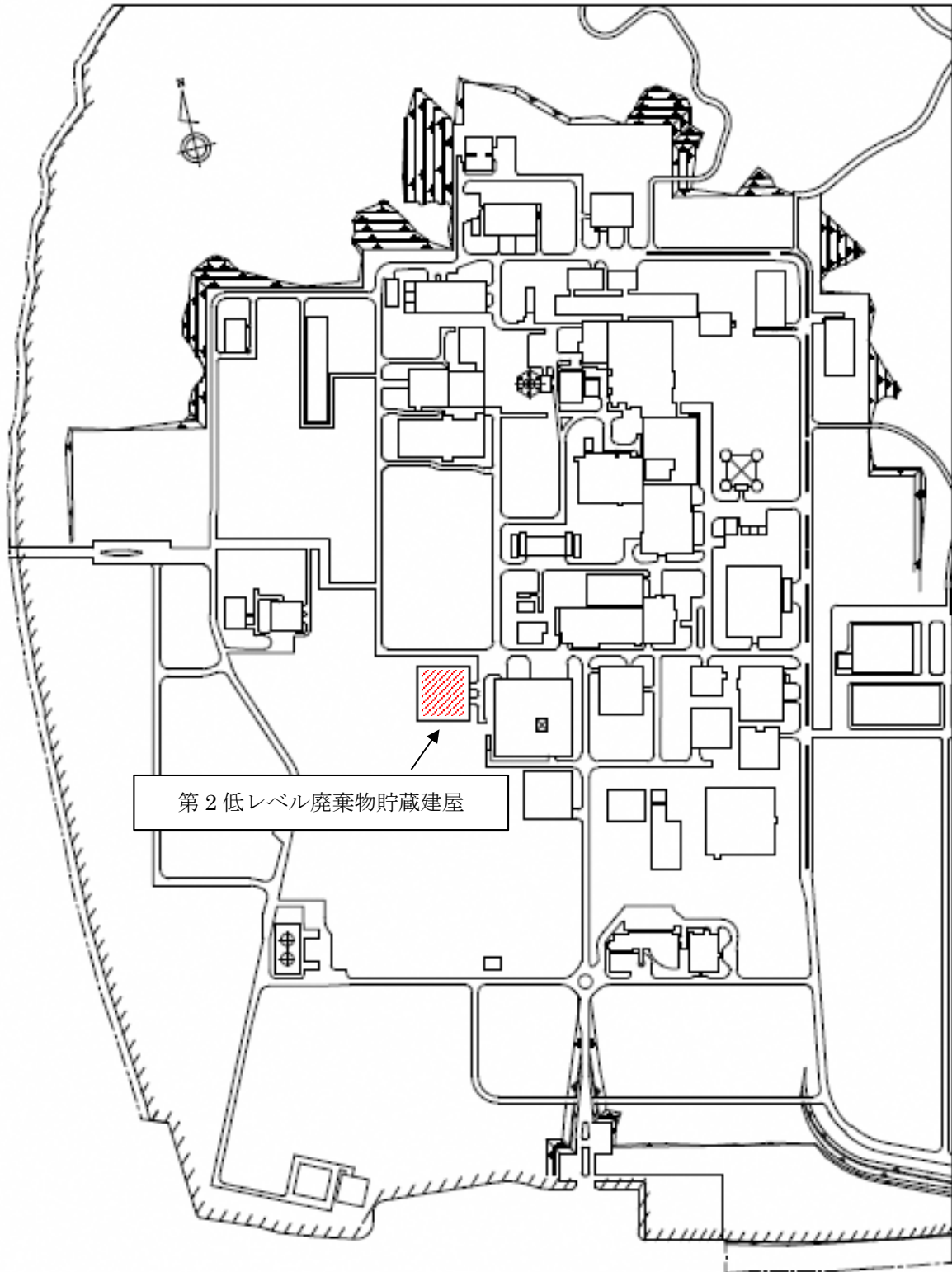


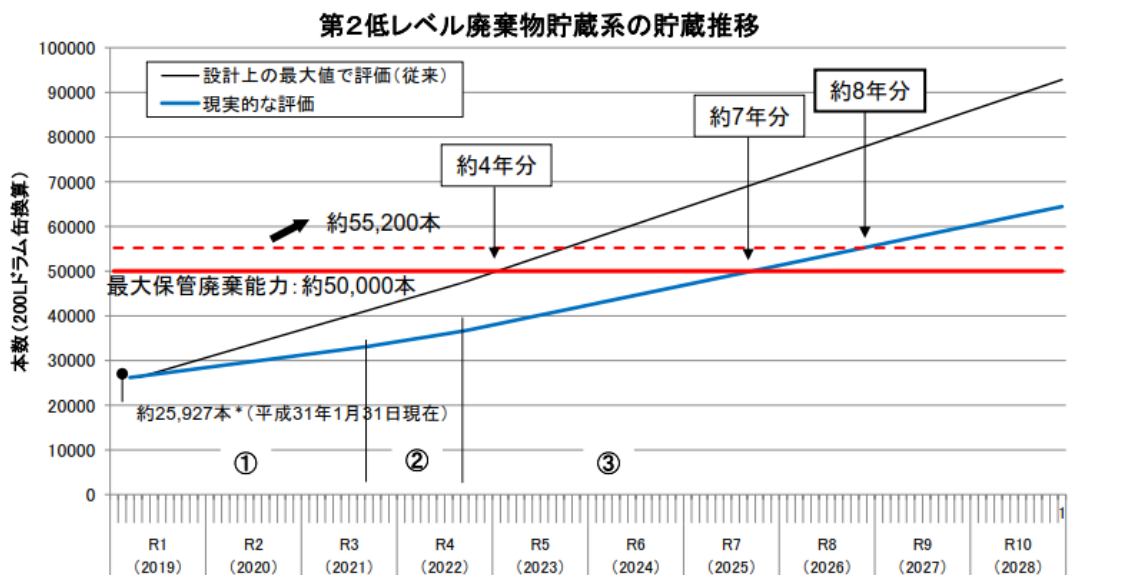
図1 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋配置図

2. 変更の概要

2. 1 目的

日本原燃株式会社によると、第3低レベル廃棄物貯蔵建屋が完成するまでの期間に発生する廃棄物の貯蔵容量を確実に確保するため、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋の最大保管廃棄能力向上を図るとのことである。

第2低レベル廃棄物貯蔵建屋における貯蔵推移を図2に示す。同社は、再処理工場における低レベル放射性固体廃棄物の推定年間発生量を、当初は、施設の最大能力にあたる年間800トン・ウランの使用済燃料を再処理した場合を基に評価し、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋における保管可能量を平成31年1月末以降で約4年分としていたが、工場停止期間の実績等を踏まえた現実的な発生量に見直すとともに、貯蔵エリア内の空きスペースを有効活用することにより保管可能量を約8年分確保可能となり、第3低レベル廃棄物貯蔵建屋の工期を勘案した保管能力が確保できるとしている。



* 使用済燃料の受入れおよび貯蔵に係る施設から発生した雑固体(約4,200本)を含む

	① 再処理しゅん工前	② 再処理しゅん工後	③ MOXしゅん工後
従来	約6,250本/年	約6,250本/年	約7,250本/年
現実的な評価*	約2,500本/年	約3,364本/年	約4,364本/年

* これまで、設計上の推定年間発生量(800tU/年相当の発生量)が発生するものとして評価してきたが、工場停止期間の発生実績から、現実的な発生量を評価した。

図2 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋における貯蔵推移

2. 2 変更内容

同建屋の概要を表 1、変更する地上 1 階の平面図を図 3 に示す。従来からの貯蔵エリアは赤色部分と灰色部分で示す区域であり、図 4 に示す角型容器とドラム缶の組み合わせにより約 7,500 本分（200L ドラム缶換算。以降、省略）の貯蔵容量を持つ。貯蔵容器を容積の点で有効な角型容器に統一することにより、灰色部分のみの区域で約 7,500 本分を貯蔵可能とし、赤色部分を空きスペースとして確保可能としている。

また、従来からの貯蔵エリアに廃棄物の貯蔵が完了した後、青色部分で示す搬送路も貯蔵エリアとすることにより、地上 1 階の貯蔵容量を約 7,500 本分から約 12,700 本に増量し、第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋の最大保管廃棄能力を 55,200 本に変更するとしている。

なお、今回の変更において、建屋の改造は伴わないとしている。

表 1 第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋の概要

構 造	鉄筋コンクリート 5 階建て（地上 2 階、地下 3 階）	
貯蔵容器	ドラム缶または角型容器	
積み付け段数	3 段（搬送路は 2 段）	
貯蔵容量(200L ドラム缶 換算)	地上 2 階	貯蔵エリアなし
	地上 1 階	約 7,500 本（変更後、約 12,700 本）
	地下 1～3 階	約 42,500 本
	合 計	約 50,000 本（変更後、約 55,200 本）

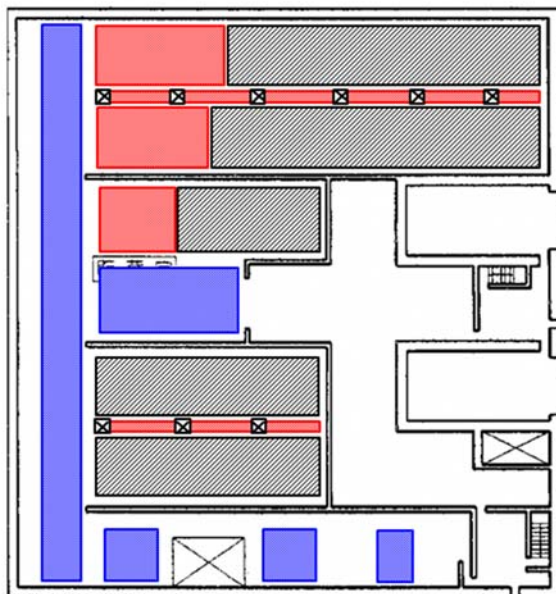


図 3 地上 1 階平面図

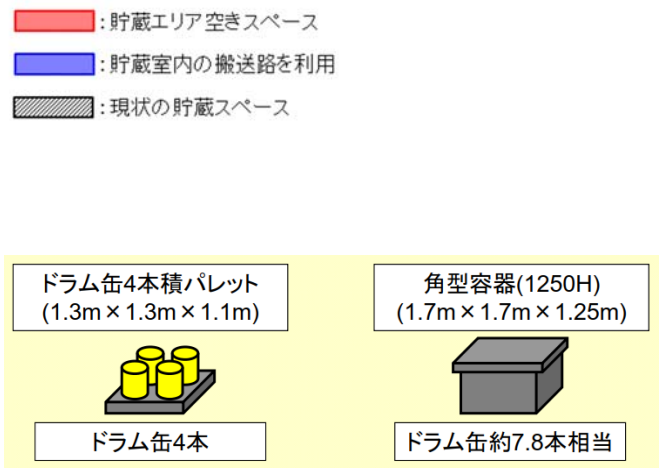


図 4 貯蔵容器

200L ドラム缶 4 本積みパレットに比べ、角型容器は底面積は約 1.7 倍になるが、貯蔵容量は約 2 倍となる。

3. 変更に係る安全性

3. 1 一般公衆の線量評価

第2低レベル廃棄物貯蔵建屋は、既に受けている「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく事業許可（以下、既許可という）において、金属製のドラム缶や角型容器に封入された状態の低レベル放射性固体廃棄物のみを取扱うことから、気体廃棄物及び液体廃棄物が発生しないとされている。変更後も低レベル固体廃棄物が金属容器に封入されることに変更はないことから、気体廃棄物及び液体廃棄物による影響を考慮する必要はないとしている。

再処理工場各建屋からの直接線およびスカイシャイン線に係る影響については、既許可において、図5に示すとおり、主排気筒を中心として16方位に分割した各方位の敷地境界について評価している。建屋ごとに各方位の敷地境界における線量を計算し、方位ごとに線量を合算して再処理工場全体の線量を求めたところ、既許可において、北東方位が最大となり約 $6 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ と評価されている。

既許可と同じ手法により、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋の最大保管廃棄能力の向上に伴う影響について、次のとおり評価している。

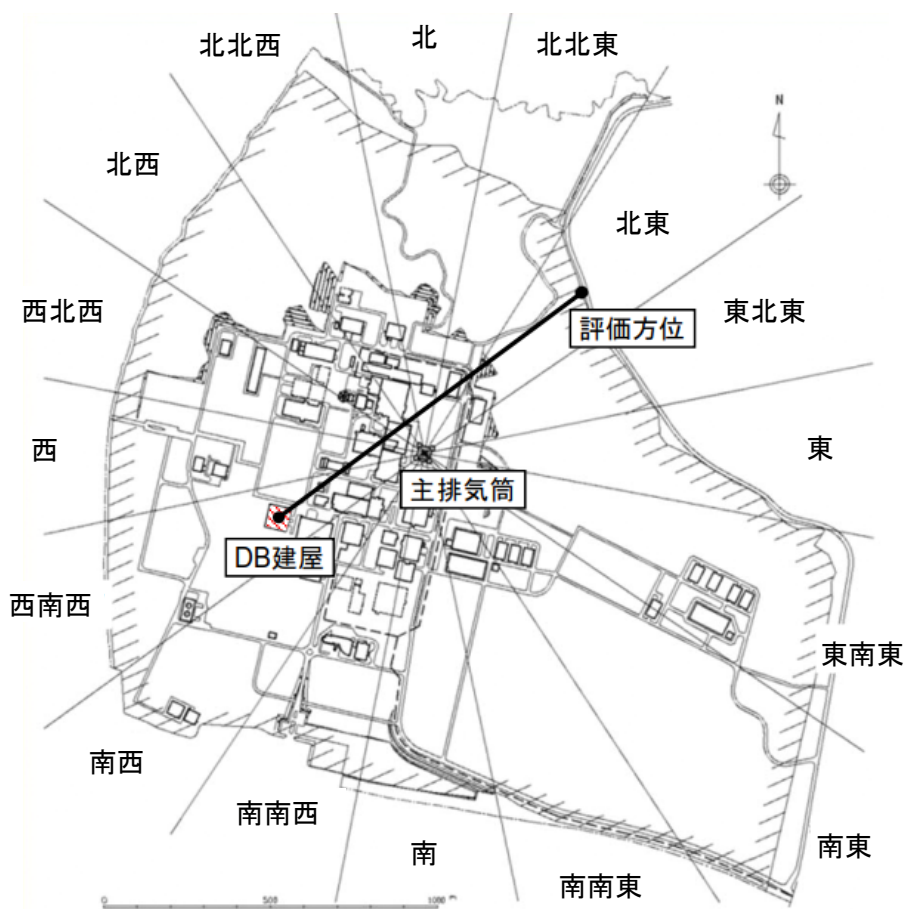


図5 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋（DB建屋と図示）と評価方位との位置関係

(1) 直接線

直接線に係る影響については、保守的な評価となるよう、東西南北に向けた建屋外壁面のうち、線量が最大となる面が 16 方位各方位の敷地境界に向いているとして評価している。図 6 に示すとおり、変更前は北面が壁に接する廃棄物の面積が最大であったが、変更後は西面が最大となることから、西面を基に 16 方位各方位の敷地境界における線量を算出した。

その結果、再処理工場敷地境界で最大となる北東方位への影響は、変更前に比べ約 $0.6 \times 10^{-8} \text{mSv/年}$ 増加した。

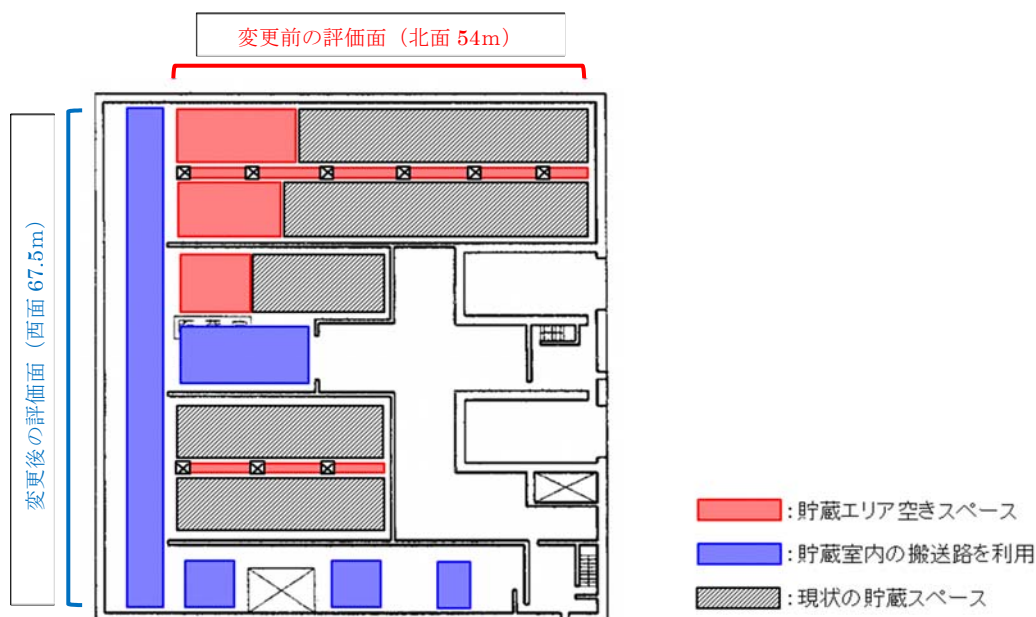


図 6 第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋 直接線の評価面

(2) スカイシャイン線

スカイシャイン線に係る影響については、保守的な評価となるよう、図 7 に示すとおり実際には離隔している廃棄物と天井の間隔を 0m として評価している。その上で図 8 に示すとおり建屋天井を通過する全ての放射線が天井のある 1 点（結合点）から出ているとして散乱計算を行い、直接線と同じく主排気筒を中心とした 16 方位各方位の敷地境界における線量を算出している。

その結果、再処理工場敷地境界で最大となる北東方位への影響は、変更前に比べ、約 $1.3 \times 10^{-10} \text{mSv/年}$ 増加した。

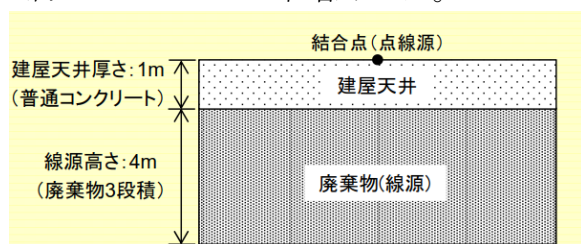


図 7 廃棄物と天井の位置関係（評価上）

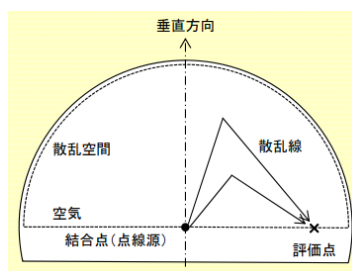


図 8 散乱線計算モデル

(3) まとめ

再処理工場敷地境界における直接線とスカイシャイン線による一般公衆の実効線量は、既許可において北東方位が最大となり、約 $6 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ と評価されている。第2低レベル廃棄物貯蔵建屋の保管廃棄能力向上に伴う同建屋から北東方位への影響は、表2に示すとおり直接線とスカイシャイン線を足し合わせて約 $0.7 \times 10^{-8} \text{mSv/年}$ の増加と非常に小さく、既許可において評価された線量約 $6 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ に変更はなく、これまでと同様に線量限度である 1mSv/年 を十分下回っている。

表2 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋に係る直接線+スカイシャイン線の増加（北東方位）
(mSv/年)

項目	変更前	変更後	増分
直接線	約 2.5×10^{-8}	約 3.1×10^{-8}	約 0.6×10^{-8}
スカイシャイン線	約 3.2×10^{-10}	約 4.5×10^{-10}	約 1.3×10^{-10}
合計	約 2.5×10^{-8}	約 3.2×10^{-8}	約 0.7×10^{-8}

なお、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋に最も近い敷地境界となる西方位及び西南西方位における再処理工場からの直接線及びスカイシャイン線による一般公衆の実効線量は、既許可においてそれぞれ約 $4 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ 及び約 $3 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ と評価されている。保管廃棄能力向上に伴う影響を同様に評価したところ、表3に示すとおり両方位とも約 $0.6 \times 10^{-6} \text{mSv/年}$ の増加と非常に小さく、既許可で評価された線量に変更はないことから、再処理工場敷地境界において直接線及びスカイシャイン線が最大となるのは、これまでと同様に北東方位であることを確認したとしている。

表3 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋に係る直接線+スカイシャイン線の増加（西方位及び西南西方位）※1
(mSv/年)

項目	変更前	変更後	増分
直接線	約 2.5×10^{-6}	約 3.0×10^{-6}	約 0.5×10^{-6}
スカイシャイン線	約 1.6×10^{-7}	約 2.2×10^{-7}	約 0.6×10^{-7}
合計	約 2.6×10^{-6}	約 3.2×10^{-6}	約 0.6×10^{-6}

※1：西方位と西南西方位は、全ての項目において同じ値とのことである。

3. 2 放射線遮蔽

再処理工場の各エリアについては、表 4 に示すとおり放射線業務従事者の立入時間等を考慮して設定した基準線量率を超えないように遮蔽設計されており、地上 1 階の貯蔵エリアは、遮蔽設計は I4 区分に該当し基準線量率を 500 μ Sv/時として管理されている。

最大保管廃棄能力の向上に伴い、貯蔵エリアは拡大し廃棄物は増量するが、保管する廃棄物の種類は変わらないことから基準線量率を変更する必要はなく、遮蔽設計に影響は与えないとしている。

表 4 遮蔽設計区分と基準線量率

区 分		基準線量率 (μ Sv/時)
管理区域外	I1：管理区域外	≤ 2.6
管理区域内	I2：週 48 時間以内しか立ち入らないところ	≤ 10
	I3：週 10 時間程度しか立ち入らないところ	≤ 50
	I4：週 1 時間程度しか立ち入らないところ	≤ 500
	I5：通常は立ち入らないところ	> 500

3. 3 建屋強度

(1) 床スラブの強度

地上 1 階の床スラブの強度について、従来からの貯蔵エリアと、新たに貯蔵エリアとして活用する搬送路の 2 エリアに分け、次のとおり評価している。

○従来からの貯蔵エリア

表 5 に示すとおり、既許可において、4tf^{**2}のドラム缶 4 本積みパレットと 2.5tf の角型容器の組み合わせにより、合わせて 6,795tf の荷重条件で評価している。

変更後の荷重条件は、4tf の角型容器で 5,244tf と、変更前の荷重条件を下回ることから床スラブへの影響はないとしている。

表 5 従来からの貯蔵エリアにおける廃棄物に係る荷重条件

貯蔵容器	変更前	変更後
200L ドラム缶	6,360 tf (4tf \times 1,590 基)	—
角型容器	435 tf (2.5tf \times 174 基)	5,244tf (4tf \times 1,311 基)
合計	6,795 tf	5,244 tf

○搬送路

新たに貯蔵エリアとする搬送路については、全体で 632 tf (2tf の角型容器 \times 316 基) の荷重条件としている。搬送路床面の構造は全域同じであることから、図 9 に示す代表範囲をもって、既許可と同じ手法により床スラブの強度評価を行った結果、表 6 に示すとおり床スラブに生じる応力(曲げモーメント及びせん断力)は許容範囲内であり、床スラブへの影響はないとしている。

※ 2 tf: 質量が 1 トンの物体に働く重量を示す単位。

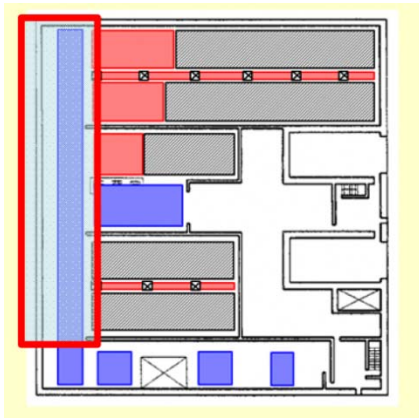


図 9 搬送路評価に係る代表範囲

表 6 搬送路における床スラブ強度評価

総重量 (tf)	床面積 (m ²)	総重量 (kN/m ²)	曲げモーメントの評価				せん断力に対する評価		
			モーメント (kNm)	必要 配筋量 (mm ² /m)	設計 配筋量 (mm ² /m)	検定比	せん断力 (kN/m ²)	許容 せん断力 (kN/m ²)	検定比
360	382	2.2	27.84	290	1,435	0.21	0.12	0.78	0.16

(2) 耐震性能

既許可において建屋の耐震性能を評価済みであり、地上 1 階以外の荷重条件に変更はなく、地上 1 階の荷重条件は、表 7 に示すとおり変更前の 6,795 tf から変更後は 5,876 tf と、変更前を下回るとしている。

建屋に作用する地震力は重量に比例し、重量の低減に伴い建屋に作用する地震力は低減されることから、建屋の耐震性に与える影響はないとしている。

表 7 地上 1 階の廃棄物に係る荷重条件

貯蔵場所	変更前	変更後
従来からの貯蔵エリア	6,795 tf	5,244 tf
搬送路	—	632 tf
合計	6,795 tf	5,876 tf

3. 4 その他安全性

(1) 貯蔵容器の転倒評価

貯蔵容器の転倒評価は、既許可において、ドラム缶 4 本積みパレット、角型容器ともに 3 段積みの状態で転倒しないことを確認済み。変更後も、積み付け段数は最大 3 段と変更前と同じであるから、転倒評価に与える影響はないとしている。

(2) 火災への影響

第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋は、火災・爆発の拡大を防止できる耐火建築物であり、取り扱う廃棄物も鋼製のドラム缶や角型容器に封入されていることから、火災の発生および延焼のおそれはないとしている。

(3) 作業安全性への影響

従来からの貯蔵エリアに加え、新たに搬送路にも貯蔵することから、貯蔵が完了した後における貯蔵容器（角型容器）の健全性確認や取り出し作業への影響について、次のとおり評価している。

○貯蔵容器間は、当初より人が通れる程度の間隔を空けて配置され、変更後も変わらないことから容器の健全性確認に影響はないとしている。

○貯蔵エリアの最奥に位置する貯蔵容器を取り出す場合、貯蔵容器を運搬するフォークリフト走行スペースを確保する必要がある。走行スペースは直進用と旋回用が必要だが、以下のとおり走行スペースの確保が可能であり、取り出し作業に影響はないとしている。

- ・フォークリフト車幅は貯蔵容器幅を下回ることから、貯蔵容器 1 列分を取り出せば直進用スペースは確保可能であるとしている。
- ・旋回用スペースについては、最小旋回半径約 2.2m を考慮し、最大で 3×3 列分の貯蔵容器を取り出す必要があるとしている。この場合 3 列分の直進用スペースを確保する必要はなく、1 列分の直進用スペースを残して貯蔵容器を順次配置していくことにより、取り出す貯蔵容器の数を減らすことができるとしている。
- ・このようにして最奥に位置する貯蔵容器への走行スペースを確保した場合、取り出した貯蔵容器の一時配置に係るスペースは約 350m² 必要だが、中央の取り回しスペース（約 440m²）に一時配置可能であるとしている。

4. 確認結果

今回の変更（最大保管廃棄能力の向上）により、増量する廃棄物に係る安全性について確認した結果は、次のとおりである。

○平常時の一般公衆の線量

最大保管廃棄能力の向上に伴う第2低レベル廃棄物貯蔵建屋からの直接線及びスカイシャイン線の影響について、既許可と同じ手法により保守的な評価がされており、線量の増加は非常に小さいことから、既許可において評価された再処理工場敷地境界における直接線及びスカイシャイン線による一般公衆の実効線量約 $6 \times 10^{-3} \text{mSv/年}$ に変更はなく、これまでと同様に線量限度である 1mSv/年 を十分下回る。

○放射線遮蔽

貯蔵エリアは拡大し廃棄物は増量するが、保管する廃棄物の種類は変わらないことから遮蔽設計に影響は与えない。

○建屋強度

・床スラブ強度

従来からの貯蔵エリアについては、貯蔵容器を全て角型容器とすることを踏まえて変更後の荷重条件を算出したところ、変更前を下回ったことから影響はない。

新たに貯蔵エリアとする搬送路については、既許可と同じ手法により床スラブの強度評価がされており、廃棄物の貯蔵によって発生する応力は許容範囲内であることから貯蔵エリアとすることについて問題はない。

・耐震性

地上1階の廃棄物荷重は、従来からの貯蔵エリアと新たな貯蔵エリアとなる搬送路の分を足しても変更前を下回ったことから、建屋の耐震性に影響はない。

○その他安全性

・貯蔵容器の転倒

既許可において、貯蔵容器3段積みで転倒しないことを確認済みであり、変更後も積み付け段数に変更はないことから転倒評価に影響はない。

・火災に対する考慮

建屋は耐火建築物であり、変更後も変更前と同様に鋼製の貯蔵容器に封入された廃棄物しか取り扱わないことから、火災の発生および延焼のおそれはない。

・作業安全に対する考慮

搬送路も貯蔵エリアとなった後も、容器の健全性確認および取り出し作業のための十分なスペースが確保可能であり、作業安全上の影響はない。

以上から、今後、国による安全審査等を経て事業変更許可がなされ、厳正な品質保証体制の下で保安規定を遵守した運転が行われることにより、安全性は十分に確保されるものと考えられる。

以 上