

再処理工場の放射線しゃへい

再処理工場では、使用済燃料を取り扱っていることから、放射性物質を内蔵する溶解槽などの機器のある場所は、放射線の線量率が強い環境にあります。工場内で作業をする人や敷地外の住民への放射線の影響を防ぐため、再処理工場では厚い壁等で放射線をしゃへいしています。

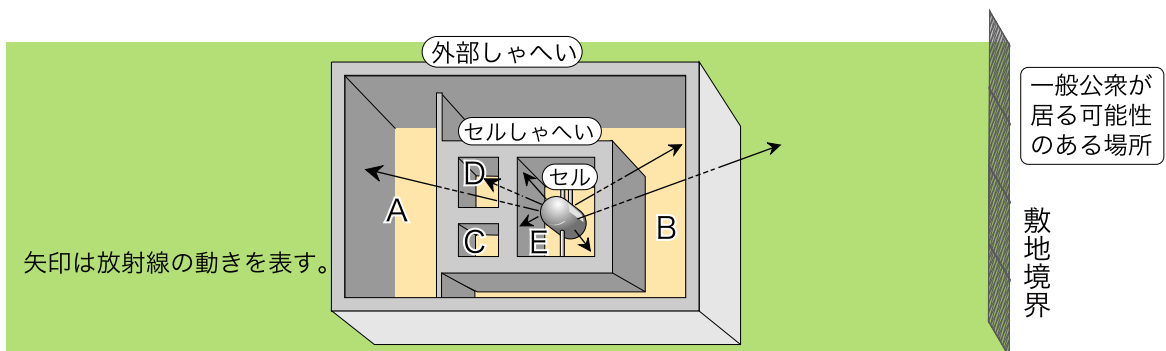
しゃへいの基本的な考え方

再処理工場のしゃへいは、放射線業務従事者と施設周辺の一般公衆の受ける放射線の線量が法律で定められた線量限度を十分に下回るようにすることを目的にしています。

放射線業務従事者に対しては、受ける線量が線量限度（年間平均で20mSv）を十分下回るようにするため、その立入頻度と立入時間を考慮した上で、立入る場所の時間当たりの設計基準線量率が定められています。建屋内各場所の線量率が設計基準線量率以下になるよう、放射性物質を内蔵する機器のしゃへい及びこれらの機器を収納するセル（小部屋）のしゃへい（セルしゃへい）を適切に組み合わせています。

一般公衆に対しては、敷地境界における線量率が十分低くなるようにします。そのためセルしゃへいに加えて建屋の外壁等でしゃへい（外部しゃへい）するとともに、建屋から一定の距離をとった場所に敷地境界を設定することにより、全ての建屋からの線量率を合計しても、敷地境界の場所の線量率を十分に低くしています。

再処理工場における放射線しゃへいの概念図（平面図）



放射線業務従事者が立入る場所のしゃへい設計区分

区 分	設計基準線量率
A：管理区域外	$\leq 6\mu\text{Sv/時}^*$
B：立入時間が週 48時間以内	$\leq 10\mu\text{Sv/時}$
C：立入時間が週 10時間程度	$\leq 50\mu\text{Sv/時}$
D：立入時間が週 1時間程度	$\leq 500\mu\text{Sv/時}$
E：通常は立入らないところ	$> 500\mu\text{Sv/時}$

(* 法令改正により、平成13年度以降に設計された施設では $2.6\mu\text{Sv/時}$ に変更された。)

しゃへいの内容

再処理工場では、原子力発電所で発生した使用済燃料を処理します。具体的には、使用済燃料は燃料貯蔵プールで貯蔵された後に、前処理建屋において切断され、溶解槽で硝酸によって溶かされます。その溶液は分離建屋で核分裂生成物等の放射性物質を含む高レベル廃液とウラン・プルトニウム溶液に分離されます。

ウラン・プルトニウム溶液は、硝酸ウランと硝酸プルトニウムに分離され、精製と脱硝工程を経て、ウラン酸化物とウラン・プルトニウム混合酸化物の粉末になります。

高レベル廃液は高レベル廃液濃縮缶で濃縮された後に、高レベル廃液ガラス固化建屋においてガラスで固められ、ガラス固化体貯蔵建屋に貯蔵されます。

これらの工程で処理される放射性物質から発生する放射線には、アルファ線、ベータ線、ガンマ線と中性子があります。アルファ線とベータ線は物質を透過する力が弱い放射線です。それに対しガンマ線と中性子は透過力が強いので厚いしゃへいを必要とします。ガンマ線と中性子のしゃへいには、主にコンクリートが用いられています。特に強い放射線が発生する場所では、コンクリートを厚くしています。作業などのために厚いしゃへいを置くことが困難な場所では、薄くてもしゃへい性能の高い重量コンクリートや鉄板が用いられています。また、燃料貯蔵プールでは冷却も兼ねてしゃへいに水を用いています。

放射線が発生する主な場所 建屋／機器	しゃへい方法		
	種 類	材 料	厚 さ
使用済燃料受入貯蔵建屋 燃料貯蔵プール	セルしゃへい	コンクリート	約 1.5m以上
	補助しゃへい	水	約6.9m深さ
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
前処理建屋 溶解槽	セルしゃへい	重量コンクリート	約 1.1m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
分離建屋 高レベル廃液濃縮缶	セルしゃへい	コンクリート	約 1.6m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
精製建屋 酸回収蒸発缶	セルしゃへい	コンクリート	約0.9m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
ウラン脱硝建屋 硝酸ウラン貯蔵室	セルしゃへい	コンクリート	約0.3m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 硝酸プルトニウム貯槽	セルしゃへい	コンクリート	約0.8m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
ウラン酸化物貯蔵建屋 貯蔵室	セルしゃへい	コンクリート	約0.5m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 貯蔵室	セルしゃへい	コンクリート	約0.5m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
高レベル廃液ガラス固化建屋 固化セル	セルしゃへい	コンクリート	約 1.3m以上
	外部しゃへい	コンクリート	約 1.0m以上
ガラス固化体貯蔵建屋 貯蔵区域	セルしゃへい	コンクリート	約 1.7m以上
	外部しゃへい	+ 鉄板 コンクリート	約 4cm 約0.2m以上

しゃへいができる訳

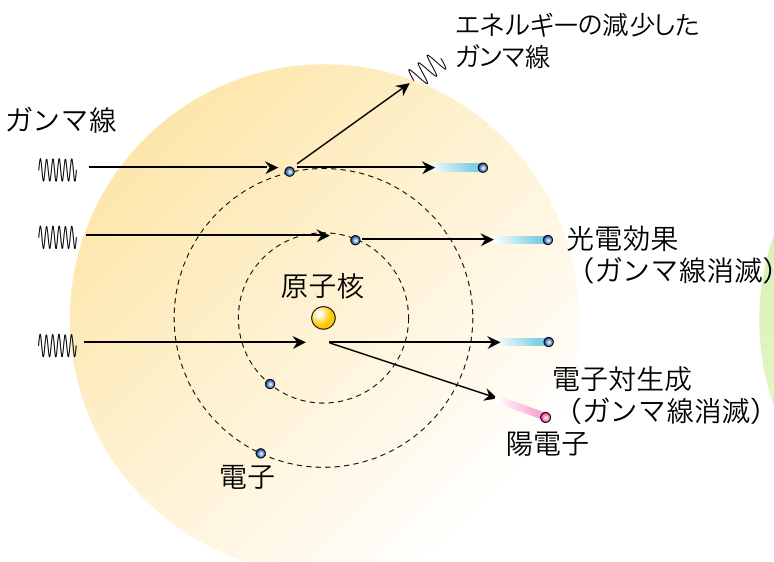
放射線のしゃへいに、コンクリート、重量コンクリート、水や鉄板が用いられているのは、ガンマ線や中性子がしゃへい物質の原子に衝突して止まるからです。（下図参照）。

コンクリートは、石、砂、セメント、水などを原料としています。ガンマ線は重い原子との衝突で消滅しやすい性質を有しているため、石・砂のケイ素やセメントのカルシウムなどによって消滅します。一方、中性子は水の水素と衝突して速度を大きく減らし、原子核に捕獲されやすくなります。このため、コンクリートは、ガンマ線と中性子の両方にしゃへい性能を有しています。

重量コンクリートは、コンクリートの石や砂の代わりに鉄鉱石を原料に使用したものです。鉄はケイ素よりさらに重い原子であることからガンマ線のしゃへいに有効であり、重量コンクリートはコンクリートより高いしゃへい性能を有しています。

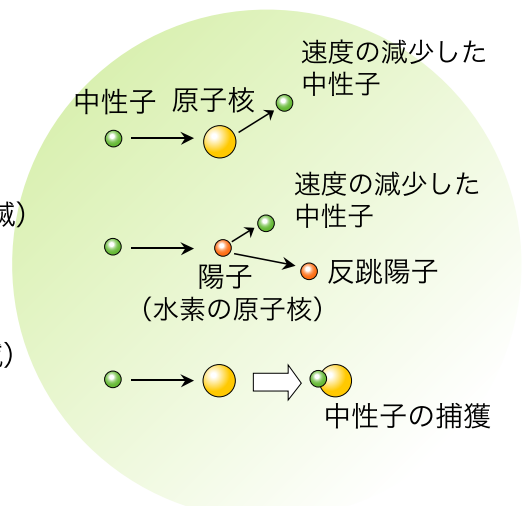
水は燃料貯蔵プールで使用済燃料を冷やすために使われていますが、上記の理由から放射線のしゃへいにも使用できます。

鉄板はガンマ線のしゃへい性能に優れているため、コンクリートのしゃへい厚さを減らすことができます。



ガンマ線と原子との反応

ガンマ線は原子との衝突により、エネルギーが減少、または消滅します。特に重い原子との衝突で消滅しやすい性質を有しています。



中性子と原子核との反応

中性子は原子の中心にある原子核との衝突により、速度が減少または捕獲されます。特に中性子とほぼ同じ重さの陽子1個を原子核とする水素と衝突すると、速度を大きく減らします。速度の遅い中性子は、原子核に捕獲されやすくなります。

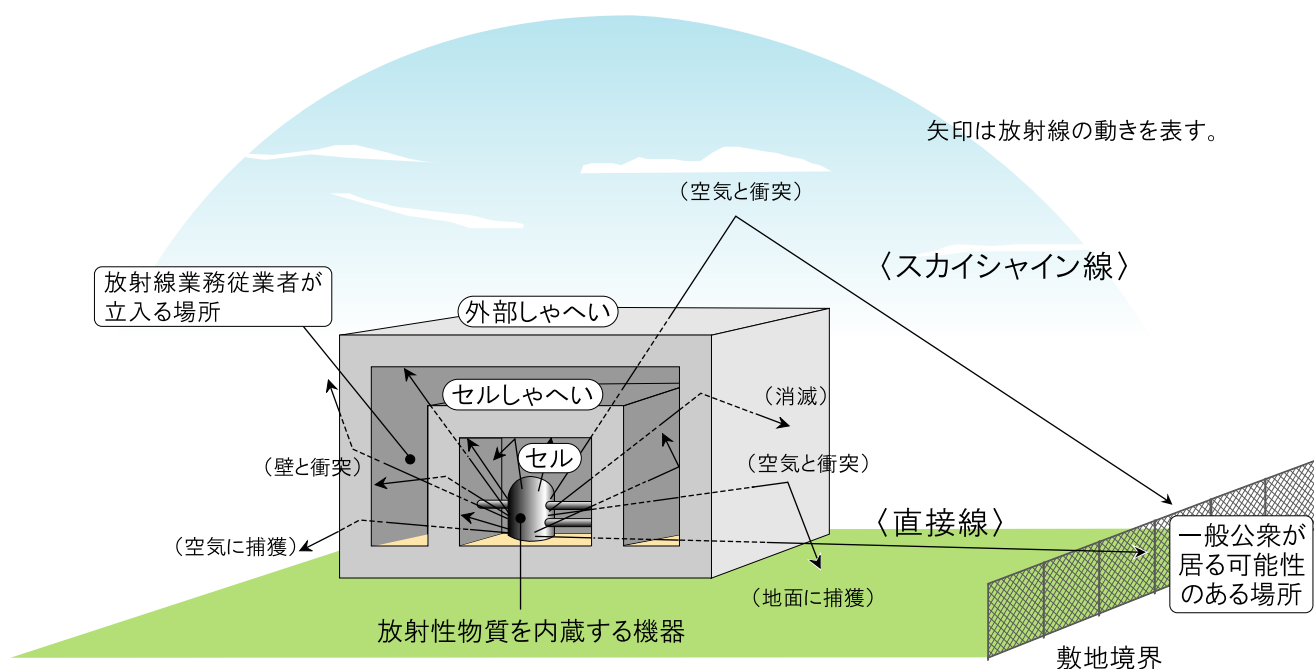
敷地境界における線量

建屋の外部しゃへいを通り抜けた放射線は、空気や地面でもしゃへいされるほか、敷地境界まで直接到達（直接線）、あるいは空気に衝突して方向が変わり敷地境界に到達します（スカイシャイン線）。

この放射線の計算に当たっては、再処理工場周辺の敷地境界を16分割し、各建屋からの放射線がその16地点に到達する量を計算します。それを全ての建屋について合計した値が最大となる地点を、敷地境界の場所の線量としています。

これらのしゃへいの結果、再処理工場で発生する放射線による敷地境界の場所の線量率は、最大の地点で年間約0.005mSvであると評価されています。

再処理工場における放射線しゃへいの概念図(立面図)



アトミックサイエンスノート

平成19年度 発行

財団法人 環境科学技術研究所 広報・研究情報室

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈字家ノ前1番7
TEL 0175-71-1200 (代表) FAX 0175-72-3690

■ このパンフレットは、文部科学省の委託により、財団法人環境科学技術研究所が作成したものです。