

新規制基準を踏まえた安全対策について

2019.10.21

三菱原子燃料株式会社

目次

I	加工施設の概要	2
II	原子燃料加工の概要	4
III	加工施設の特徴	10
IV	安全上重要な施設の有無の評価	13
V	新規制基準を踏まえた安全対策	20
VI	設計基準事故の選定及び評価	45
VII	事故対応・体制等の強化	55
VIII	新規制基準適合へ向けた対応状況	66
	参考資料	69

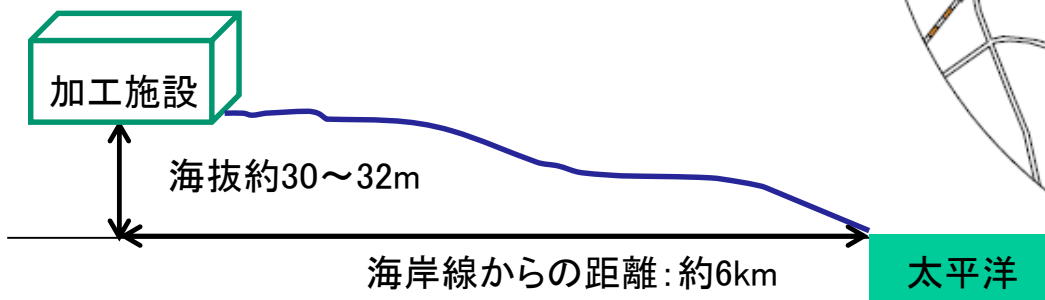
I 加工施設の概要

1.事業概要

- 原子力発電所(軽水炉/加圧水型)用の燃料を製造
- 取り扱うウランは濃縮度5%以下の低濃縮

2.立地

- 東海村及び那珂市に位置
- 海岸線より約6km
- 海拔約30m~32mの高台に立地



Ⅱ 原子燃料加工の概要

濃縮ウラン輸送

輸送容器に充填された原料(六フッ化ウラン)を輸送
(海外からは主にコンテナ船)



原料輸送容器



再転換工程

六フッ化ウランを化学処理し二酸化ウラン(UO₂)粉末を製造



UO₂粉末

ペレット成形工程

UO₂粉末を円柱状に焼き固めてペレットに成形



ペレット

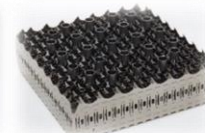
燃料棒組立工程

ペレットを被覆管に挿入し燃料棒を製造

部材加工工程



上部ノズル



グリッド

燃料集合体組立工程

燃料棒をグリッドで束ねて燃料集合体を組立



燃料集合体

新燃料輸送

専用の輸送容器で全国の原子力発電所に輸送



新燃料輸送容器



新燃料輸送船

再転換工程



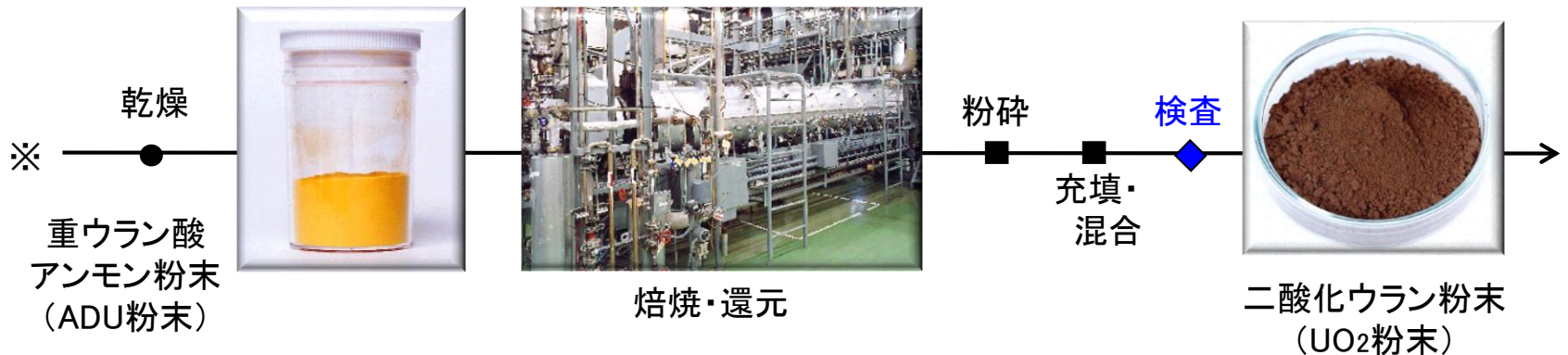
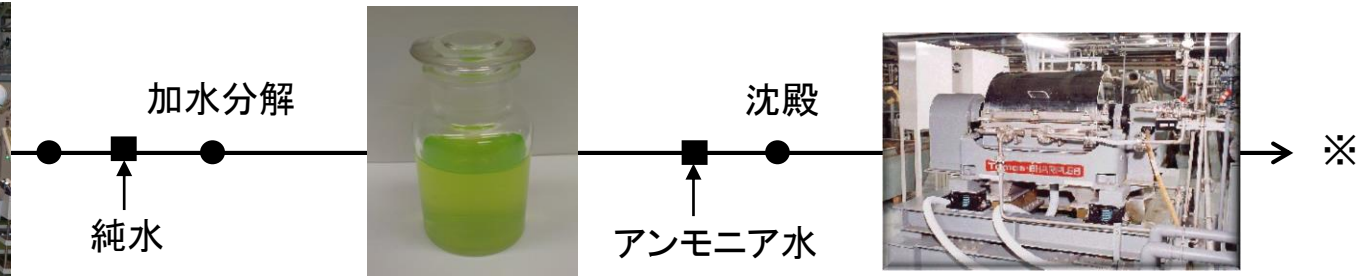
原料: 六フッ化ウラン (UF_6)

物性: 常温固体 (昇華点 $56.5^\circ C$)

気体状の UF_6 が漏えいした場合、空気中の水分と反応してフッ化水素 (HF) を生成 ($UF_6 + 2H_2O \rightarrow UO_2F_2 + 4HF$)



蒸発



ペレット成形工程

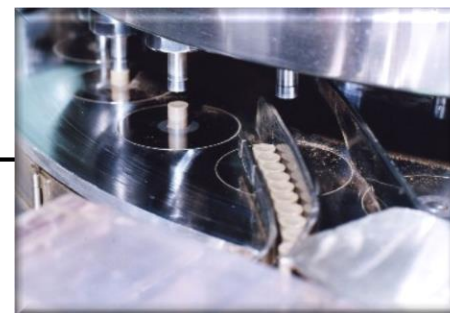


二酸化ウラン粉末
(UO_2 粉末)

粗成形

造粒

潤滑剤



成形

※

※



焼結



研削

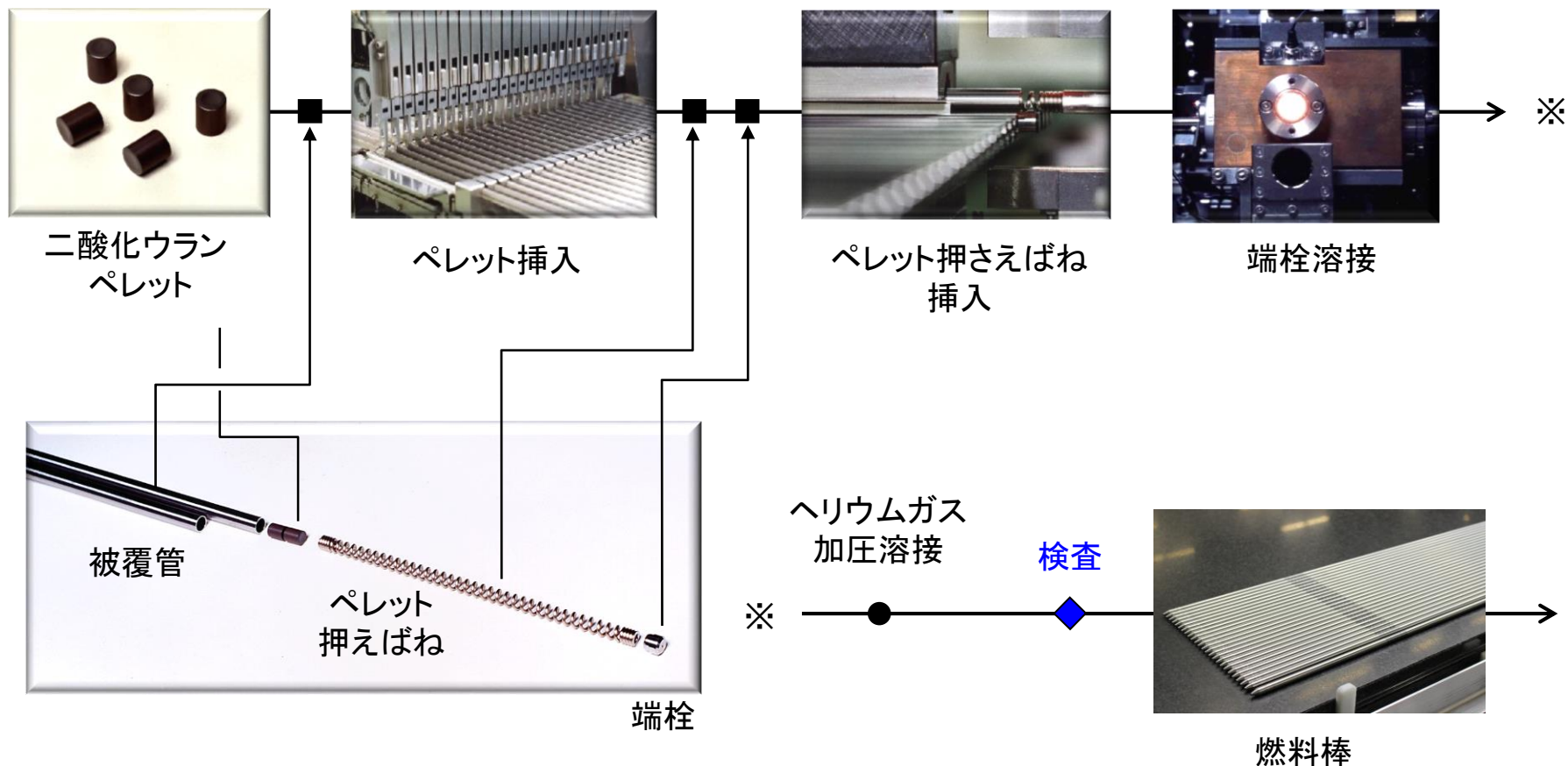
検査



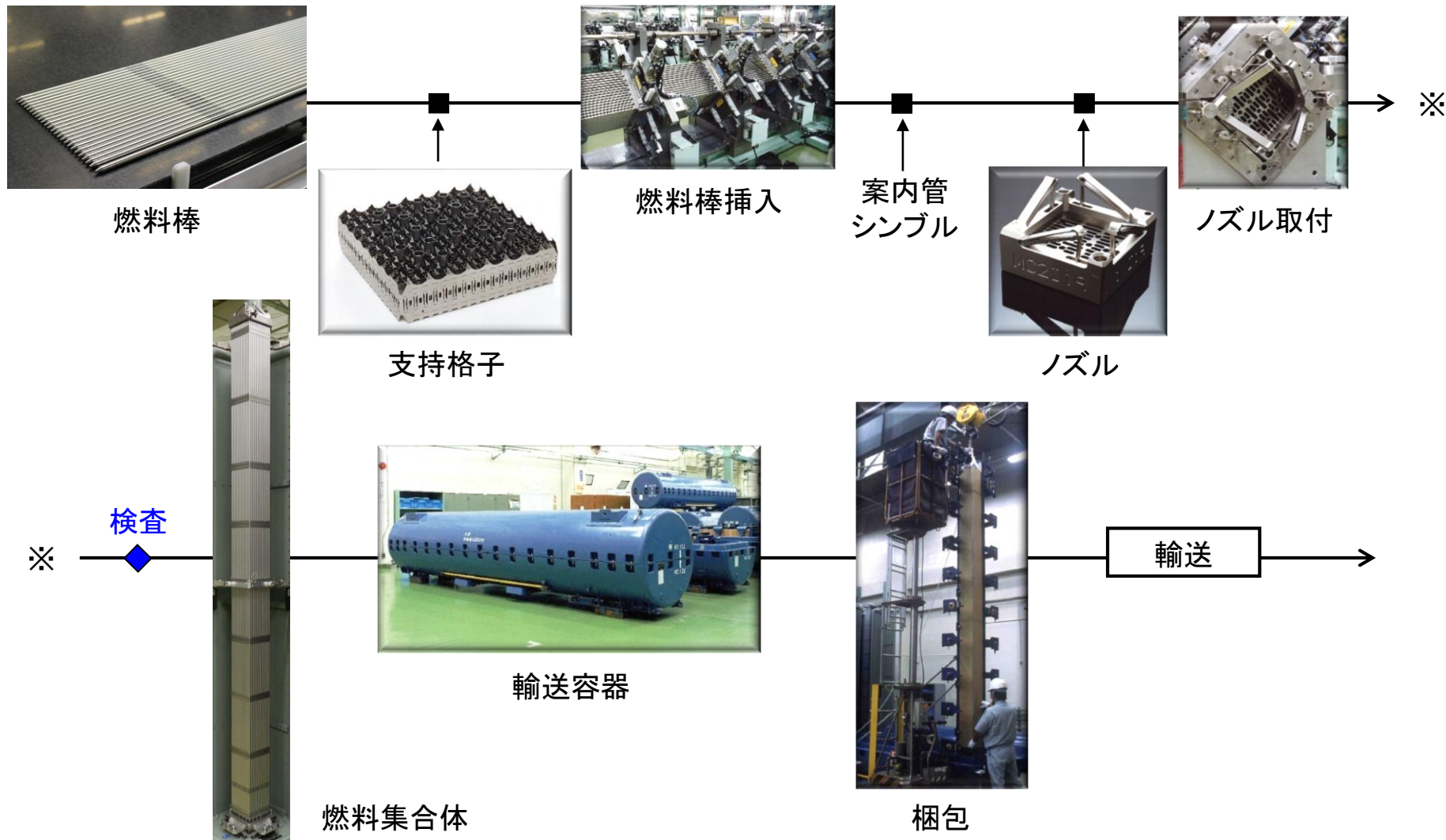
二酸化ウランペレット

→

燃料棒組立工程



燃料集合体組立工程



Ⅲ 加工施設の特徴

- 燃料集合体を製造する主な工程は乾式*であり、**核分裂連鎖反応(臨界)を起こさない設計**としている。 *核分裂を起こしやすくする中性子の減速材及び反射体となる水がない。
- 再転換工程で取り扱う**六フッ化ウラン(UF₆)は化学的毒性を有し**、加熱蒸発により気体となったUF₆は**拡散性が大きい**。
- 原子炉で燃焼前のウランのみを扱うため、使用済み燃料と違い核分裂生成物が蓄積しておらず**線量が小さい**。また、**崩壊熱が発生しない**。

項目	加工施設	原子力発電所
施設の目的	燃料集合体の製造 (核分裂連鎖反応のおそれはない)	発電 (核分裂連鎖反応による熱エネルギー利用)
核燃料物質	原子炉で燃焼前のウラン (UF ₆ は化学的毒性を有する)	使用済みウラン
線量	低線量	高線量
崩壊熱	崩壊熱の発生なし	持続的に発生(常時冷却が必要)

原子力発電所と比べて放射線被ばくのリスクが小さく、必要な安全機能は主に閉じ込め機能のみ

安全に関する要求機能	ウラン加工施設	原子力発電所
止める	停止すべき核分裂反応はない	運転中の原子炉を停止する装置が必要
冷やす	ウラン新燃料であり、崩壊熱の除去機能は不要	原子炉・使用済燃料ピットの冷却が必要
閉じ込める	新燃料用のウランに核分裂生成物は含まれていないが、放射性物質であるため限定された区域に閉じ込めが必要	燃料の使用により発生するヨウ素131やセシウム137等の核分裂生成物の閉じ込めが必要

対象核種	燃料集合体1体あたりの放射能(オーダーレベル)	
	加工施設	原子力発電所
U核種、核分裂生成物	10^{-2} TBq *1	$10^4 \sim 10^5$ TBq *2

*1 商用原子炉級(EGGUの組成) *2 停止~100日までの期間

IV 安全上重要な施設の有無の評価

基本方針

- 核燃料施設等の新規制基準等への適合性の確認にあたっては「試験研究用等原子炉施設への新規制基準の審査を踏まえたグレーデッドアプローチ対応について(平成28年6月15日原子力規制委員会)」に基づき、安全上重要な施設の有無等、それぞれの核燃料施設等の特徴を踏まえ、**グレーデッドアプローチ(等級別扱い)**を適用
- 「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記1(資料p.70参照)」に従い、地震、津波、竜巻、その他の外部事象について実用発電炉と同様の厳しい想定の下、構築物、系統及び機器の機能の喪失を仮定した場合に公衆の被ばく線量の評価値が、**事故あたり5mSvを超えるかの観点から安全上重要な施設が存在するかを確認**

等級別扱いの基準	地震	津波	竜巻	その他の外部事象
5mSvを超える ※「安全上重要な施設」 が存在	耐震Sクラスで設計	基準津波に対する防護設計	基準竜巻(F3)に対する防護設計	発電炉等に対して想定する荷重と同一の条件で設計
5mSvを超えない	耐震重要度分類で設計 ・第1類 ・第2類 ・第3類	敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえた津波に対する防護設計	敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえた竜巻に対する防護設計	敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえた荷重により設計

評価事象の選定

加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 別記1
(安全上重要な施設の有無の確認に当たっての実効線量の評価方法)

規則に記載された事象を考慮

評価事象:

- 地震
- 津波
- 竜巻
- 自然現象(洪水、風(台風)、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山事象、生物学的事象、森林火災)
- 人為事象(飛来物、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害)

立地条件により津波を除外

その他の外部からの衝撃は
地震、竜巻、火山事象に包絡

評価事象: **地震、竜巻、火山事象**

加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 別記 1

2. 当該機能の喪失は、機器の故障等に加え、**地震、津波その他の外部事象**による加工施設の損傷も考慮することとする。

(4) その他の外部からの衝撃について

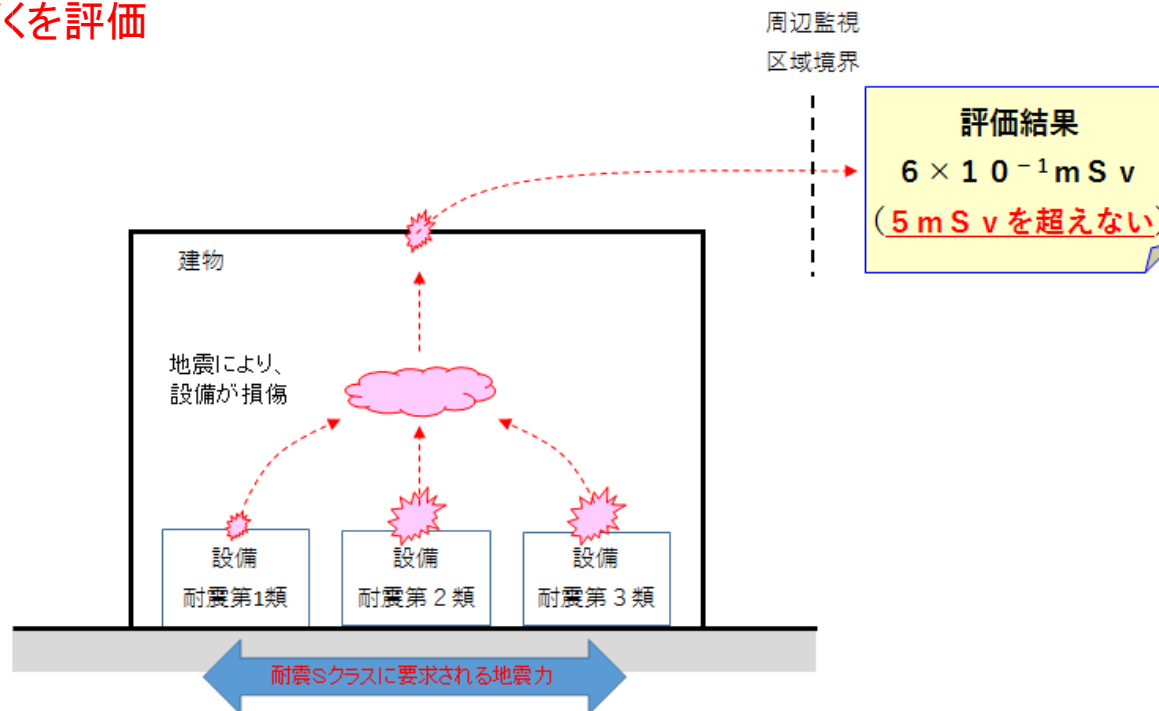
地震、津波及び竜巻以外の**自然現象(洪水、風(台風)、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等)**及び工場等内又はその周辺において想定される**事象であって人為によるもの(飛来物、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等。ただし、故意によるものを除く。)**の外部事象評価は、次のとおりとする。

基準津波の最大遡上高さ(茨城県策定津波浸水想定(L2津波): 12.3m)に対し、加工施設は海岸線より約6km離れ、海拔約30m~32mの高台にあり**遡上波が到達しない十分高い場所に設置**していることから、基準津波に対して安全機能が損なわれないため、**津波による防護設計は不要**

その他の外部からの衝撃について、立地状況を考慮した荷重を設定し、評価した結果、**火山事象以外の自然現象及び人為事象による影響は小さく、評価結果は地震、竜巻、火山事象に包絡**

地震発生時の公衆の被ばく評価

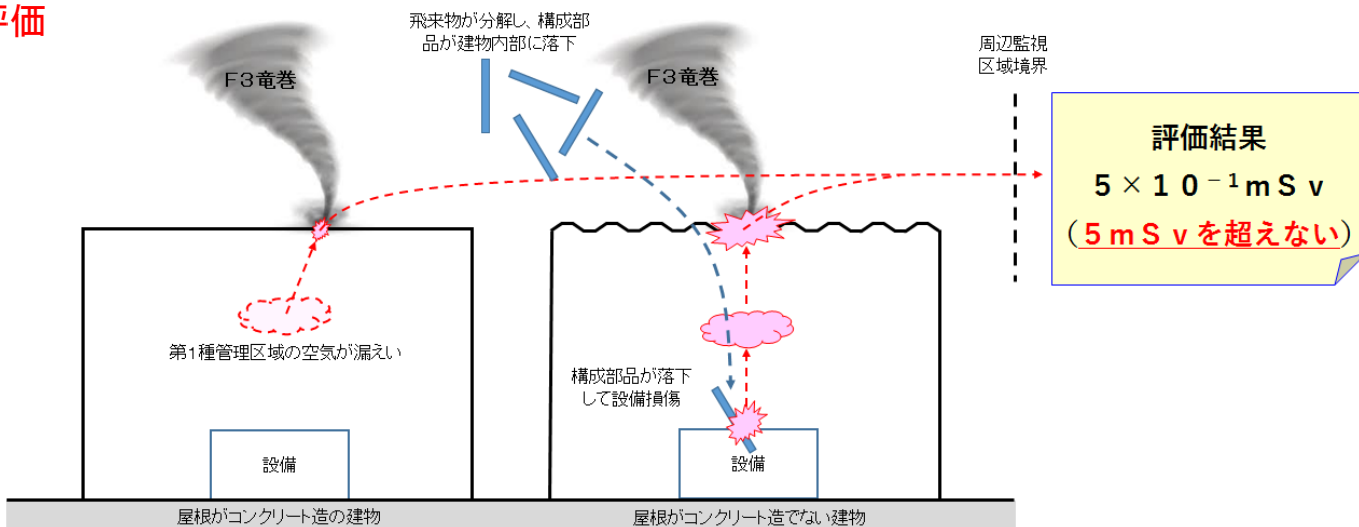
- 地震力: **耐震Sクラスに属する施設に要求される地震力**
- 施設の損傷程度: 全ての建物(鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造)及び全ての設備について**耐震性を評価**し、設備毎に**ウランの取扱量、ウランの性状(粉末、ペレット等)**を考慮して漏えい量を算出
- 評価: 地震により設備からウランが漏えいし建物内部に浮遊。浮遊したウランが建物外部へ漏えいし大気中に拡散し、**拡散中に周辺監視区域境界にて公衆が常時滞在するものとして内部被ばくを評価**



IV 安全上重要な施設の有無の評価

竜巻発生時の公衆の被ばく評価

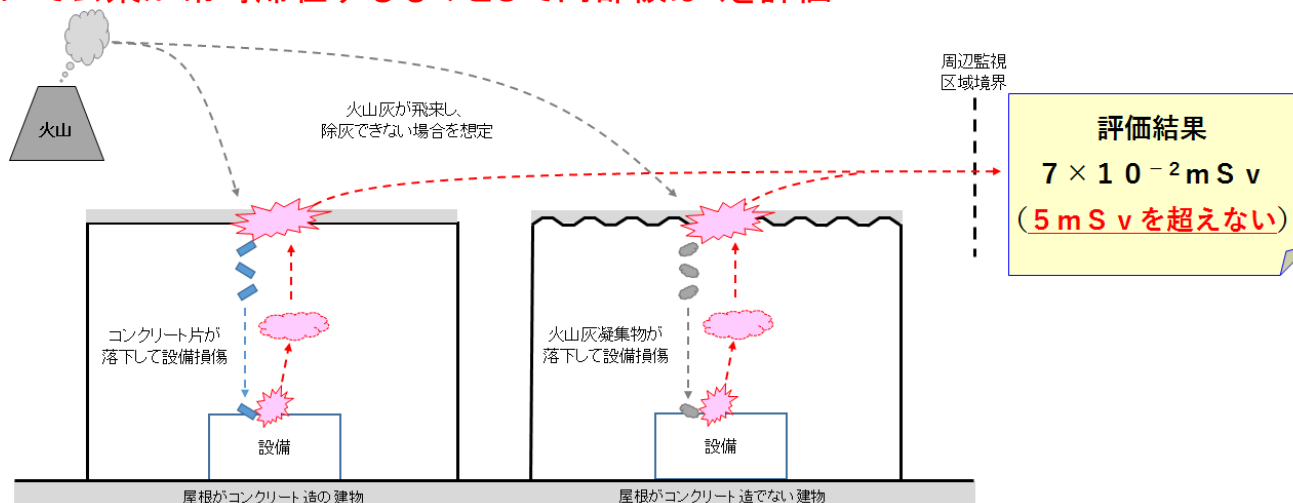
- 竜巻規模: フジタスケールF3(最大風速92m/s)
- 施設の損傷程度: 全ての建物(鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造)及び全ての設備について健全性を評価し、漏えい量を算出
 - 屋根が鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造の場合
 - 想定竜巻に対して、建物、設備は損傷しないが、保守的に建物の閉じ込め機能が損なわれることを想定し、**第1種管理区域の空気(極微量のウランを含む)が建物外に漏えい**することを想定
 - 屋根が鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造でない場合
 - 想定竜巻に対して、建物外壁は損傷しないが屋根が損傷。竜巻によりプレハブ物置が飛来し、飛散中に分解し、その**構成部品が屋根損傷部から建物内部に落下して、設備を損傷**させることを想定
- 評価: 竜巻により建物が損傷し、飛来物により設備が損傷してウランが漏えいし、建物内部に浮遊。浮遊したウランが建物外部へ漏えいし大気中に拡散し、**拡散中に周辺監視区域境界にて公衆が常時滞在するものとして内部被ばくを評価**



IV 安全上重要な施設の有無の評価

火山事象発生時の公衆の被ばく評価

- 火山規模: 赤城鹿沼テフラの降下火砕物(堆積厚さの最大値40cm)
- 施設の損傷程度: 火山灰が飛来し、屋根に堆積した火山灰を除去できない場合を想定し、建物の損傷程度、漏えい量を評価
 - 屋根が鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造の場合
火山灰の堆積により、コンクリートスラブが変形して配筋を通過し、**コンクリート片が落下して設備損傷**することを想定
 - 屋根が鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造でない場合
火山灰の堆積により、屋根に損傷孔が生じ、そこから火山灰は又は**火山灰凝集物が落下して設備損傷**することを想定
- 評価: 火山灰の堆積により、屋根が損傷し、コンクリート片、火山灰凝集物等の落下により設備が損傷してウランが漏えいし、建物内部に浮遊する。浮遊したウランが建物外部へ漏えいし大気中に拡散し、**拡散中に周辺監視区域境界にて公衆が常時滞在するものとして内部被ばくを評価**



グレーデッドアプローチを適用した設計方針

- Sクラス程度の地震、F3クラスの竜巻及び火山降下火砕物による影響評価により、周辺公衆に対する放射線被ばくが5mSvを超えることはないため、「安全上重要な施設」はなく、グレーデッドアプローチを適用した防護設計
- 地震及び津波を除く自然現象及び敷地内又はその周辺において想定される加工施設の安全性を損なうおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く)(以下、「その他の外的事象」という。)によって加工施設の安全機能が損なわれないように設計
- その他の外的事象の選定にあたっては、過去の記録、現地調査の結果及び最近の文献等を参考に、想定される外的事象を網羅的に収集し、その影響を考慮

V 新規制基準を踏まえた安全対策

加工施設に対する安全要求(実用発電炉との違い)

<加工施設>

<p>臨界のおそれはなく、取り扱う核燃料物質の線量も低い。また、プルトニウムを取り扱う加工施設ではないため、重大事故の発生及び拡大の防止に関する要求は不要</p>
<p>評価の結果、安全上重要な施設はない</p>
<p>耐震・耐津波性能 (Sクラスに属する設備・機器なし)</p>
<p>内部溢水に対する考慮</p>
<p>自然災害に対する考慮 (竜巻、火山、森林火災等)</p>
<p>火災に対する考慮</p>
<p>電源の信頼性</p>
<p>その他設備の性能</p>

<実用発電炉>

重大事故	意図的な航空機衝突
	放射性物質の拡散抑制対策
	格納容器破損防止対策
	炉心損傷防止対策
耐震・耐津波性能 (耐震重要度分類Sクラスの設備・機器は、基準地震動及び基準津波の策定が必要)	
内部溢水に対する考慮	
自然災害に対する考慮 (竜巻、火山、森林火災等)	
火災に対する考慮	
電源の信頼性	
その他設備の性能	

新規制基準を踏まえた主な対応(1/6)

許可基準規則	従来の方策 (ウラン加工施設 安全審査指針)	新規制基準対応	主な追加の措置等	詳細
地震対策	建物について建築基準法の地震力に割増係数を乗じた耐震設計	<ul style="list-style-type: none"> 割増係数の強化 (例)建物・構築物の耐震重要度第1類:1.3以上→1.5以上 更なる安全裕度の向上を図るために、地域で想定される地震力に対し、より安全裕度を確保した地震力で耐震設計 	耐震補強工事	P28 ～P29
	設備・機器について建築基準法の地震力に割増係数を乗じた耐震設計	<ul style="list-style-type: none"> 割増し係数の強化(建物同様) 更に耐震重要度分類第1類の設備・機器は、1G程度の静的地震力に対して弾性範囲に留まる設計 	耐震補強工事	P28 ～P29
津波対策	過去の津波に対し、立地条件より影響がないことを確認	過去の津波を踏まえた最大想定に対し、立地条件より影響ないことを確認 (茨城県策定津波浸水想定(L2津波):最大12.3m)	追加工事なし	
竜巻対策	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所の影響評価ガイドを参考に、1万年に1回の襲来確率となるフジタスケールF1クラス(最大風速49m/s)に対し損傷のない設計 更なる安全裕度の向上を図るために、10万年に1回の襲来確率となる国内最大実績を踏まえたフジタスケールF3クラスに対し、部分的に損傷しても周辺環境に大きな影響を及ぼさない設計 	竜巻補強工事	P30 ～P33

新規制基準を踏まえた主な対応(2/6)

許可基準規則	従来の方策 (ウラン加工施設 安全審査指針)	新規制基準対応	主な追加の措置等	詳細
火山対策	追加された要求 事項	加工施設は水を吸収した火山灰7cm厚の荷重に耐える実耐力を有するが、 火山灰が観測された時点で除去作業を実施し 、施設の損傷を防止	除灰のための資機材を整備し、自然災害等発生時の保全(除灰)活動訓練を実施。	P34
森林火災		敷地周辺は宅地等であり、周辺約400m以内に火災影響を及ぼす森林がないことを確認	追加工事なし	
落雷	追加された要求 事項	従来より建築基準法、消防法等に基づき、避雷針を設置	追加工事なし	
極低温	追加された要求 事項	過去の記録を踏まえ、極低温により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認	追加工事なし	
積雪	建築基準法施行令で定める積雪(30cm)に耐えるように設計	同左 これを超える積雪が生じる場合は、除雪を実施	(火山灰の除去対策に包絡)	

新規制基準を踏まえた主な対応(3/6)

許可基準規則	従来の方策 (ウラン加工施設 安全審査指針)	新規制基準対応	主な追加の措置等	詳細
生物学的事象	追加された要求事項	従来より外気取入口のフィルタ設置等により、動植物等の侵入による安全機能への影響を防止する設計	追加工事なし	
航空機落下	追加された要求事項	評価を行い航空機落下確率が 10^{-7} /年を超えないことを確認	追加工事なし	
外部火災(近隣工場等の火災)	追加された要求事項	敷地内の想定火災源(車両を含む危険物施設)の火災・爆発に対し核燃料物質を内包する設備を設置する 建物の外壁が損傷しない設計	水素貯蔵所等に対する防護対策工事	P35 ~P36
内部火災(爆発含む)	火災の発生防止、早期検知、影響軽減の3方策を適切に組み合わせて設計	延焼の可能性がある難燃性物質に対しては火災源側に 遮熱板を設置 可燃性ガス供給停止インターロックの 耐震性強化と2重化	<ul style="list-style-type: none"> ・遮熱板設置工事 ・地震インターロック強化対策工事 	P37
電磁的障害	追加された要求事項	電磁的障害により 安全機能を損なうおそれがない設計	ラインフィルタ等の設置工事	
不法な侵入防止	追加された要求事項	物理的な障壁を設置し、また人の出入りを管理 情報システムは外部と物理的に遮断する設計	追加工事なし	

新規制基準を踏まえた主な対応(4/6)

許可基準規則	従来の方策 (ウラン加工施設 安全審査指針)	新規制基準対応	主な追加の措置等	詳細
内部溢水	追加された要求事項	内部溢水の発生を想定しても加工施設の臨界防止、閉じ込めの安全機能を損なわず、配線用遮断器により、電気火災の発生を防止する設計	臨界防止の観点で被水防止対策の設置工事 供給水系統の地震による自動遮断弁／ポンプ停止及び耐震手動弁の設置工事	P38 ～P39
誤操作の防止	追加された要求事項	操作器、指示計、記録計、表示装置、警報装置等を運転員の操作性及び人間工学的観点の諸因子を考慮して設ける設計	誤操作防止インターロックの設置工事	
安全避難通路	追加された要求事項	停電時に備えて非常用ディーゼル発電機に接続した非常用照明、誘導灯を設置する設計 非常用照明、誘導灯とは別に、事故対処のため可搬型照明及び専用電源を配備	可搬型照明及び専用電源を配備	
監視設備	排気中の放射性物質濃度の監視 定点における線量率監視	モニタリングポストにおいて、有線式に加え、無線による伝達方式を追加	モニタリングポストの追加工事(多様性確保)	P40

新規制基準を踏まえた主な対応(5/6)

許可基準規則	従来の方策 (ウラン加工施設 安全審査指針)	新規制基準対応	主な追加の措置等	詳細
廃棄施設	負圧を維持し、部屋からの排気はエアフィルタでろ過	同左	追加工事なし	
放射線管理施設	放射線業務従事者の出入管理、汚染管理及び除染管理区域内の線量及び放射性物質濃度を監視・管理	同左	追加工事なし	
非常用電源設備	安全機能を確保するために必要な設備が作動し得るのに十分な容量、機能及び信頼性のある非常用電源設備を配備	同左	非常用電源設備の改造工事 (容量アップ、予備機設置)	
通信連絡設備	施設内、敷地内外に必要な指示又は連絡ができる通信連絡設備を配備	同左	携帯電話の設置 (多様性確保)	

新規制基準を踏まえた主な対応(6/6)

許可基準規則	従来の方策 (ウラン加工施設 安全審査指針)	新規制基準対応	主な追加の措置等	詳細
臨界防止	単一ユニットの管理 複数ユニットの管理	従来どおりウランを取り扱う設備・機器はその形状寸法、又は取扱うウランの質量等について核的制限値を設定し、管理複数の設備・機器について核的に安全な配置に設置する設計	追加工事なし	P78 ～P80
放射線の遮蔽	放射線業務従事者の被ばく管理 線量を合理的に達成可能な限り低くするために、建物による放射線遮蔽	周辺監視区域境界でも十分に小さな線量とするため、新たに施設外側に 遮蔽壁を設置 すると共に、新設で遮蔽能力を強化した 廃棄物管理棟に放射性固体廃棄物の大半を集約	独立遮蔽壁の設置工事 組立工場の壁厚補強工事 廃棄物管理棟の設置工事	P41
貯蔵施設	貯蔵及び保管廃棄に起因する公衆の被ばくが十分小さくなるように設備、壁の配置等を考慮した設計	周辺監視区域境界でも十分に小さな線量とするため、新たに施設外側に 遮蔽壁を設置 すると共に、新設で遮蔽能力を強化した 廃棄物管理棟に放射性固体廃棄物の大半を集約	独立遮蔽壁の追加工事 廃棄物の集約のため廃棄物管理棟の設置工事	P41
放射性物質の閉じ込め	第1種管理区域の負圧維持管理 ウランの飛散・漏えい防止	重大事故発生防止の観点から、気体状で拡散性が大きく、またフッ素による化学的影響も伴うUF ₆ の漏えいに対し、影響緩和機能が多重に喪失しても、 過度の公衆被ばくを及ぼさない防護設計	防護対策工事	P42 ～P44

重金属であるウランの吸入に対する防護は、放射性物質の閉じ込めの観点から内部被ばくを防止するための対策に包絡される。また、ウランの検査等で使用する薬品については、一般施設と同様の規制を行っている。

地震に対する防護強化

加工施設及び原子力発電所の耐震重要度

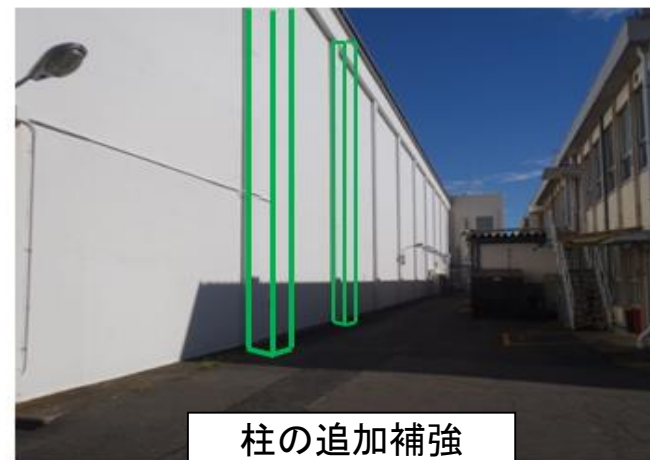
耐震重要度	加工施設		原子力発電所
	設備・機器	建物	
Sクラス	該当なし(地震、竜巻、火山事象の影響評価により公衆の被ばくは5mSvを超えることはなく、安全上重要な施設はない)		安全施設のうち、その機能喪失により周辺の公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがある設備・機器を有する施設
第1類	ウランを取り扱う設備・機器等で、その機能を失うことによる影響の大きい設備・機器	耐震重要度分類第1類の設備・機器を含む建物	Bクラス: 安全施設のうち、その機能喪失した場合、Sクラスの施設に比べて影響が小さい施設
第2類	ウランを取り扱う設備・機器等で、その機能を失うことによる影響が小さい設備・機器	耐震重要度分類第2類の設備・機器を含む建物	
第3類	上記以外の設備・機器	上記の施設以外の一般産業施設と同等の安全性が要求される施設	Cクラス: Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設又は公共施設と同程度の安全性が要求される施設

- ウランを取り扱う設備・機器及びそれらを内包する建物に対する耐震設計
- Sクラスに属する設備・機器及び建物はない
- ウランを取り扱う設備・機器及びこれらを内包する建物は、その機能喪失による影響に応じて耐震重要度第1類又は第2類に設定

地震に対する防護強化：耐震補強対策

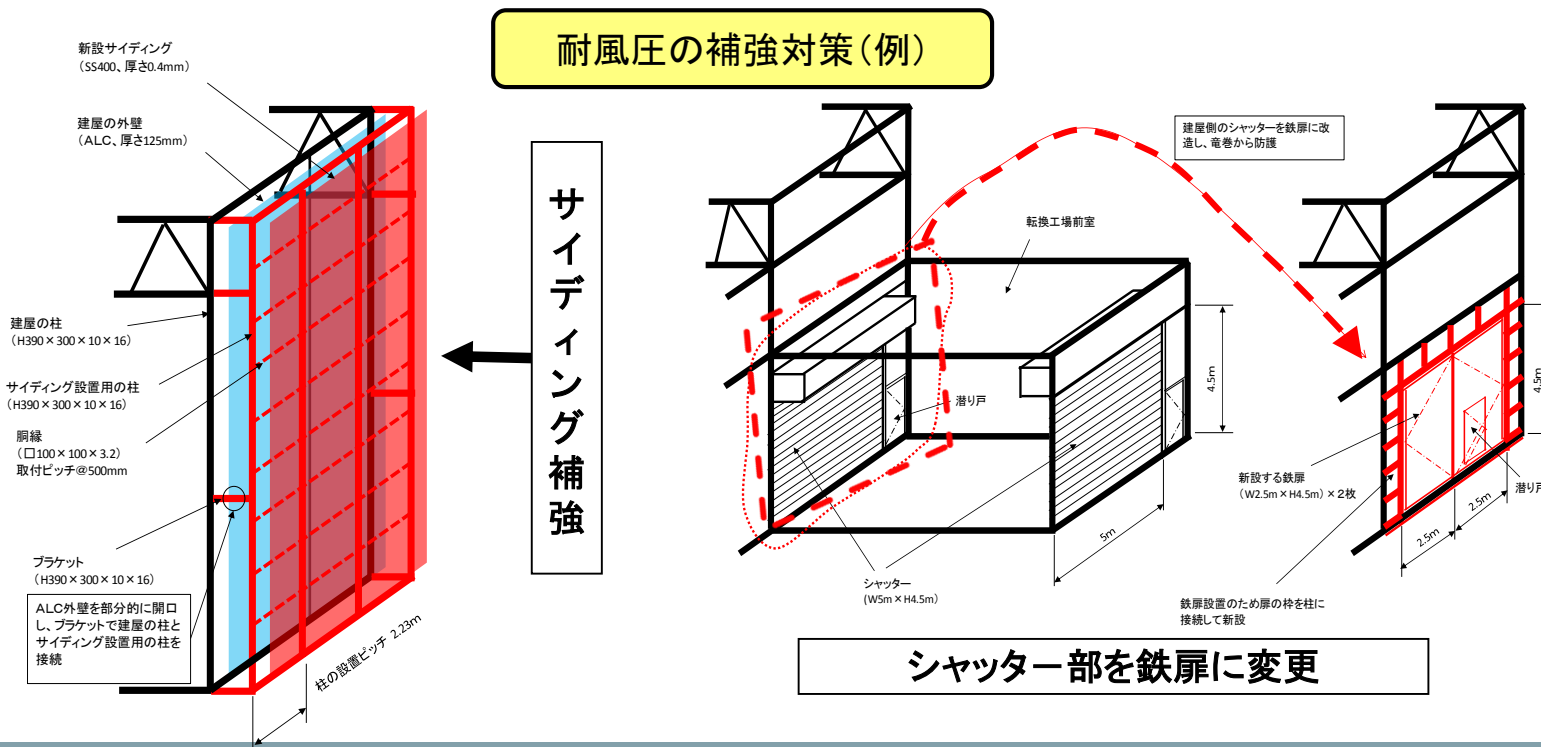
- 安全機能を失うことによる影響の大きい建物及び設備・機器（耐震重要度第1類、臨界防止設計の設備・機器を含む）については、安全上重要な施設がなく、耐震Sクラスがないことから、基準地震動の策定は要さない。
- 許可基準に定める耐震設計に加え、地域で想定される地震力（震度6強(0.44G)）に対し、より安全裕度を確保した地震力（その最大加速度0.61G*¹、設備・機器では更に裕度を考慮した1.0G）を保守的に設定し、その地震力に対し、概ね弾性範囲*²となるよう補強
 - *1 原子力発電所と同様の想定規模（耐震Sクラス）に相当
 - *2 弾性：ある一定の力を加えると変形するが、力を取り除くと元の形に戻る現象

耐震補強対策（例）



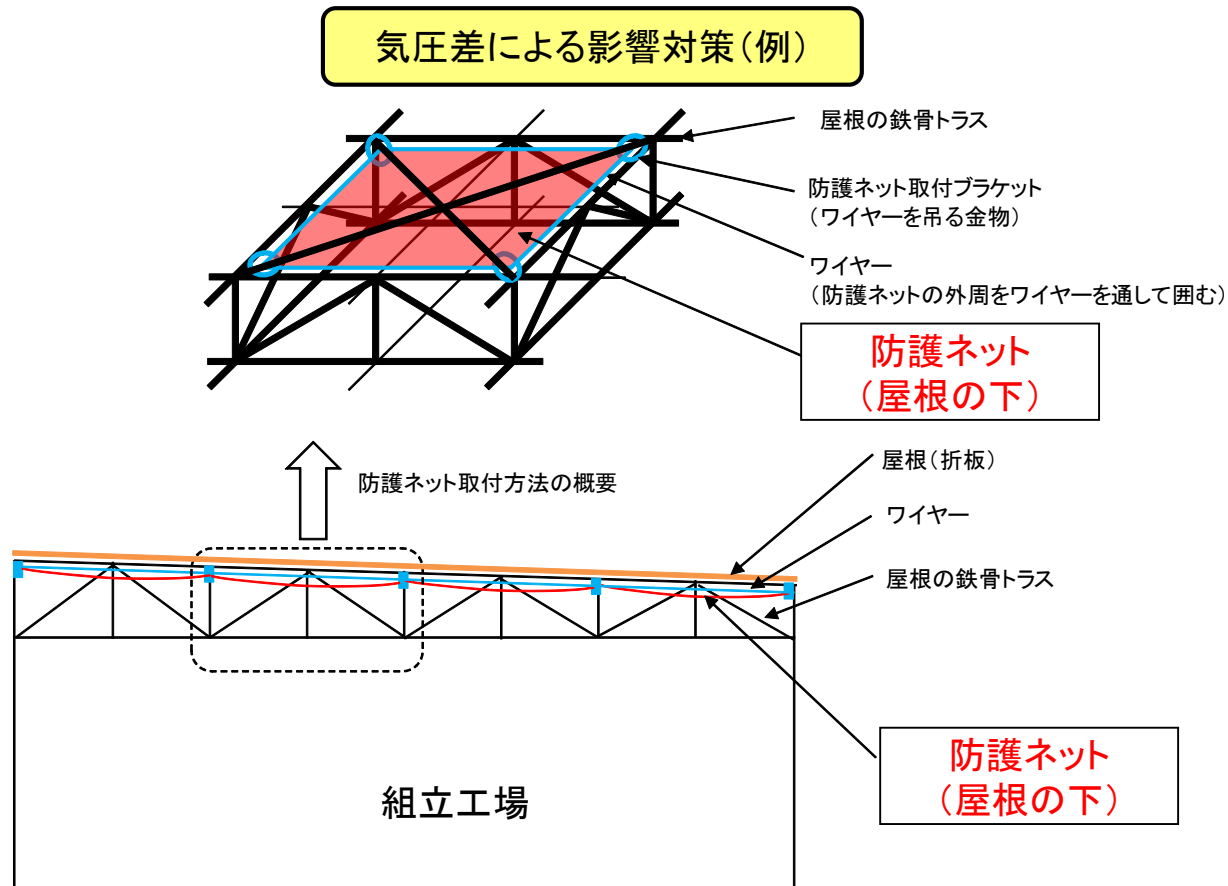
竜巻に対する防護強化：耐風圧の補強対策

- フジタスケールF1クラス(最大風速49m/s)に対し損傷のない設計
- 更なる安全裕度の向上を図るために、フジタスケールF3クラスに対しても耐える設計
 - 建物の外壁が鉄筋コンクリート造である成型工場、組立工場は、外壁が損傷しないように鉄板又は増し打ちで補強
 - 建物が鉄骨造である転換工場、第1廃棄物処理所等は、建物の外壁をサイディングにより補強
 - 竜巻に対し防護する建物の開口部(シャッター等)は鉄扉等に変更

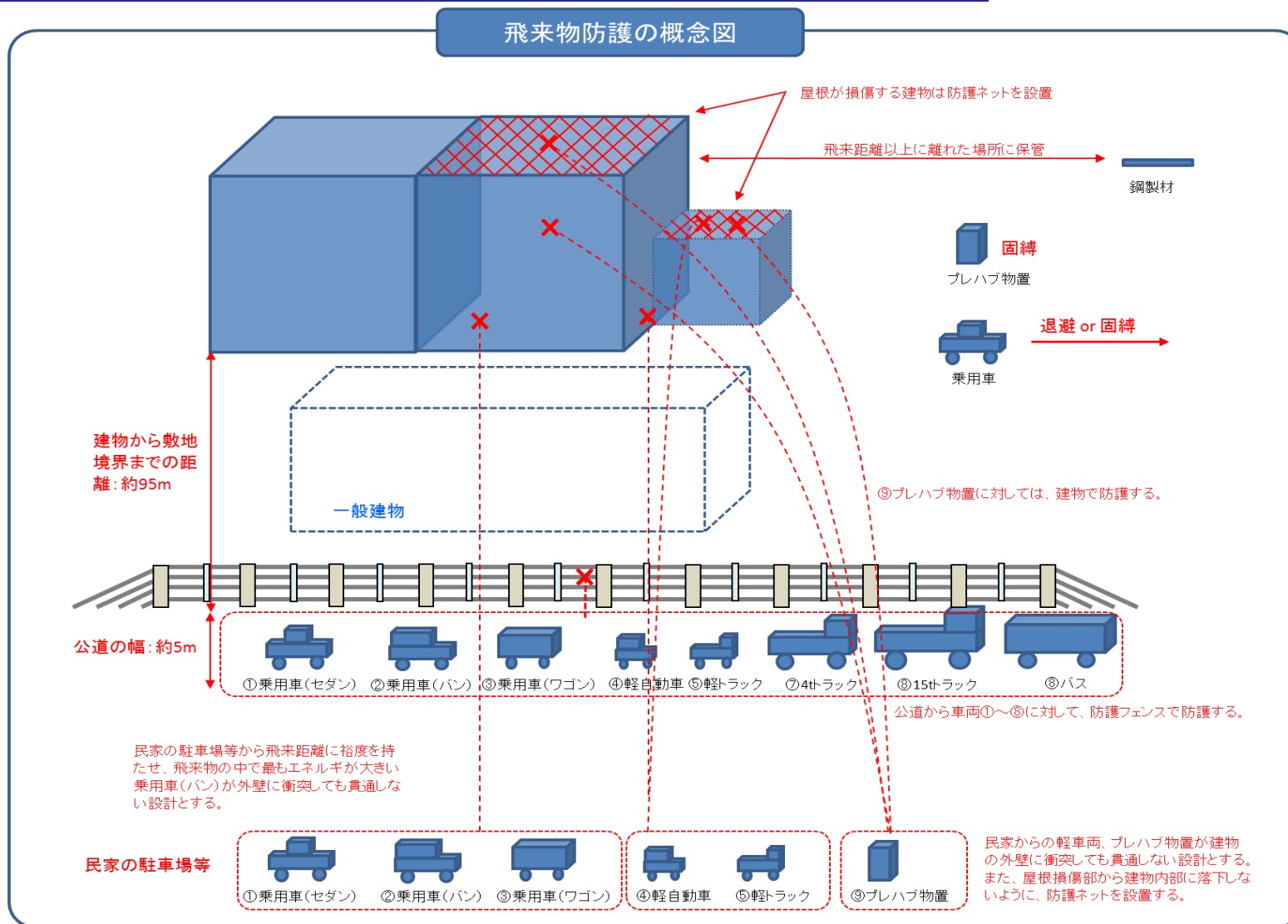


竜巻に対する防護強化：気圧差による影響対策

- 建物の屋根が鉄板である転換工場、成型工場、組立工場等は、F3クラスの竜巻による気圧差で屋根が損傷することを想定し、吹き込み風により内部の物が飛散することを防止するための防護ネット(鋼製のメッシュ等)を設置

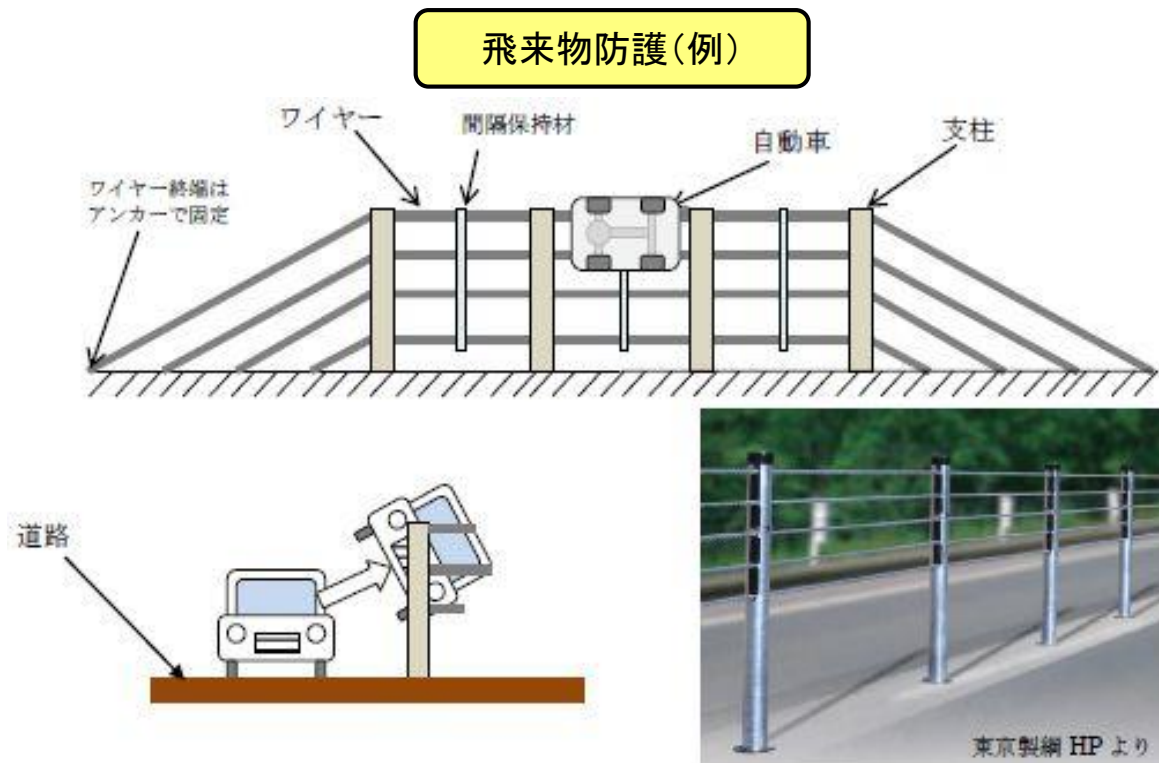


竜巻に対する防護強化：飛来物の防護対策



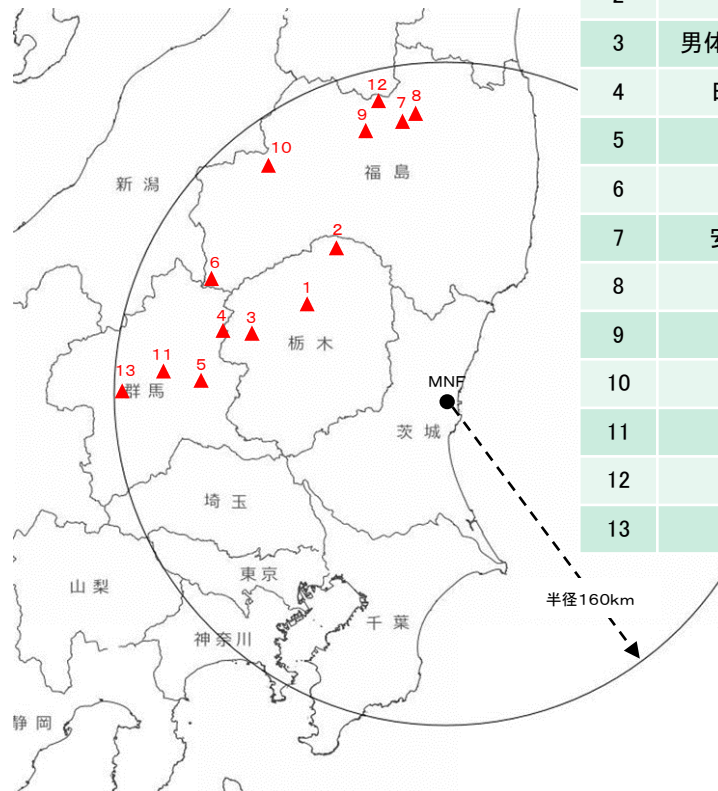
竜巻に対する防護強化：飛来物の防護対策

- F3クラスの竜巻を想定し、気象予測情報に基づき竜巻来襲を予測した場合、敷地内の設置物・車両等は全て固縛または退避
- 敷地外からの飛来物(影響のある大型車両)に対する防護対策として、公道側からの車両飛来に対し、既存フェンスの内側(構内側)に防護フェンスを設置
- 飛来物が、建物の屋根の損傷部から建物内部に落下することを防護ネットにより防止



火山に対する防護強化

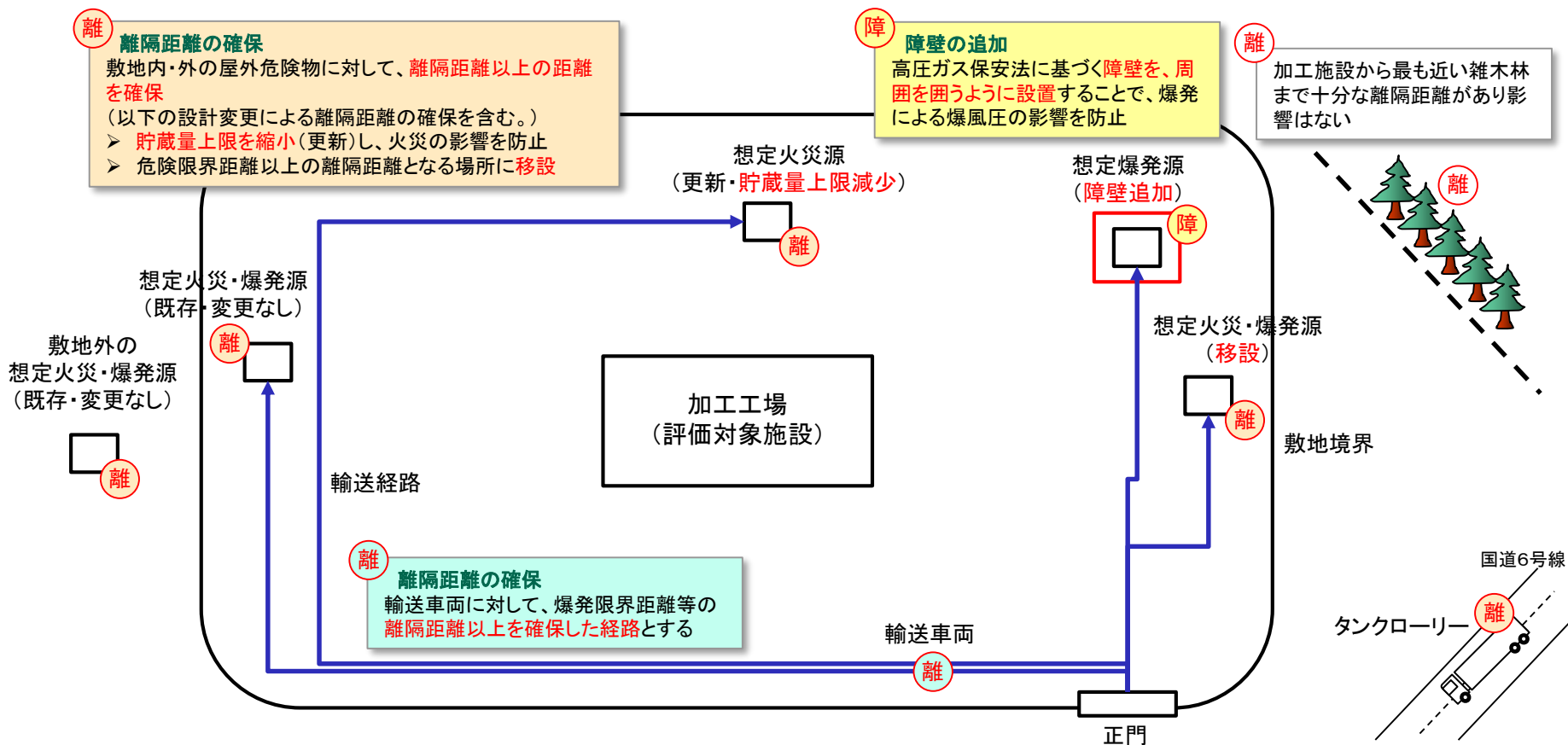
- 原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づき調査した、敷地から半径160kmの範囲の32の火山のうち、完新世(2,000年~1万1,700年前)に活動を行った13の火山について火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動の直接的な影響を受けないことを確認
 - さらに、広範囲に影響を及ぼす可能性のある火山事象として降下火砕物を選定
 - 核燃料物質を内包する施設は、降雨及び積雪等により水を吸収し重くなった降下火砕物の堆積厚さに耐え得る耐荷重があるが、加工施設で降下火砕物が観測された時点で、速やかに除去する措置を講ずることによりその損傷を防止
- ＜降下火砕物への措置＞
- ①作業に必要な防護具や資機材を常備
 - ②気象庁の降灰予想に基づく除灰準備作業
 - ③降下火砕物観測による除灰作業
 - ④必要に応じて加工設備本体及び気体排気設備の運転停止措置



	名称	施設からの距離 (km)
1	高原山	84
2	那須岳	90
3	男体・女峰火山群	100
4	日光白根山	110
5	赤城山	121
6	燧ヶ岳	125
7	安達太良山	130
8	笹森山	132
9	磐梯山	132
10	沼沢	139
11	子持山	139
12	吾妻山	145
13	榛名山	152

周辺施設による火災・爆発に対する防護強化

- 加工施設は、水素、A重油、灯油、液化アンモニア、液化プロパンガスの貯蔵庫を保有
- 想定する外部火災（森林火災、近隣工場等の火災・爆発等を含む）に対して、核燃料物質又は核燃料物質により汚染された物を取り扱う設備・機器、及びそれらを収納する建物は、火災及び爆発に対して建物が影響を受けない距離を確保



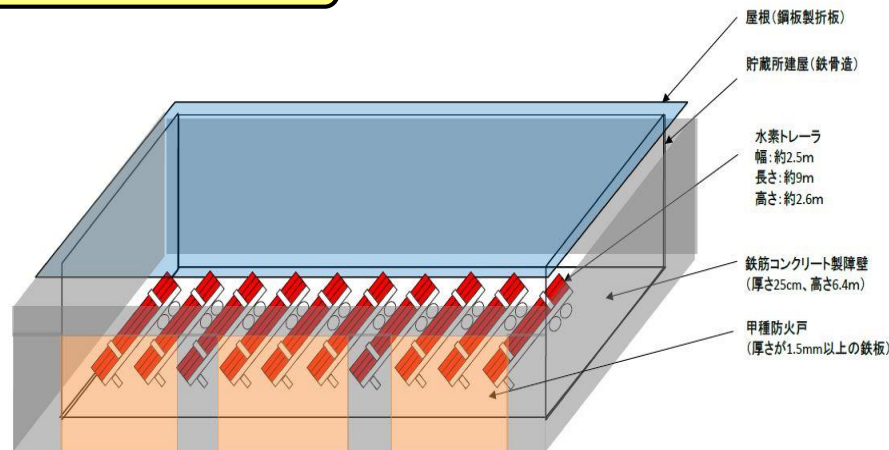
周辺施設による火災・爆発に対する防護強化

ペレットを焼結する際等に使用する水素ガスの貯蔵施設において、万一、水素爆発が発生した場合に、防護する建物に爆風の影響が及ばないように水素貯蔵所の周囲を障壁で囲い、爆風を上方向に開放

水素貯蔵所の障壁対策(例)



水素貯蔵所(障壁の設置イメージ)



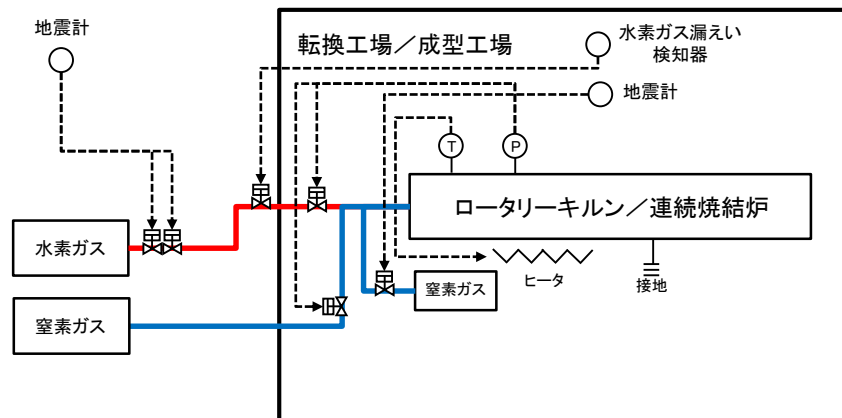
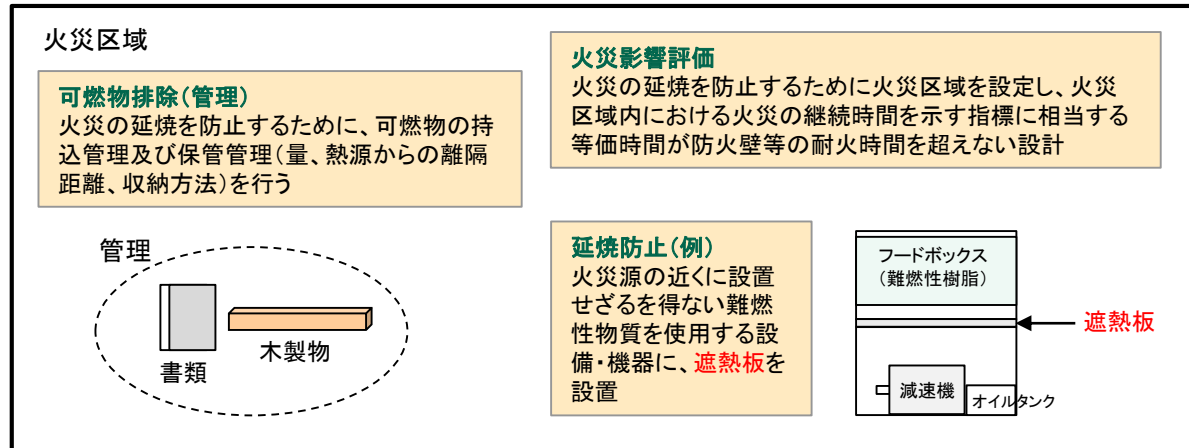
水素貯蔵所の構造及び障壁の概略図

建物内の火災・爆発に対する防護強化

- 加工施設の安全性が損なわれないようにするため、火災及び爆発の発生防止、火災の感知及び消火、並びに火災及び爆発の影響を軽減するための安全機能を有する
- 加工施設は、可燃性ガスを取り扱うロータリーキルン及び連続焼結炉を有する

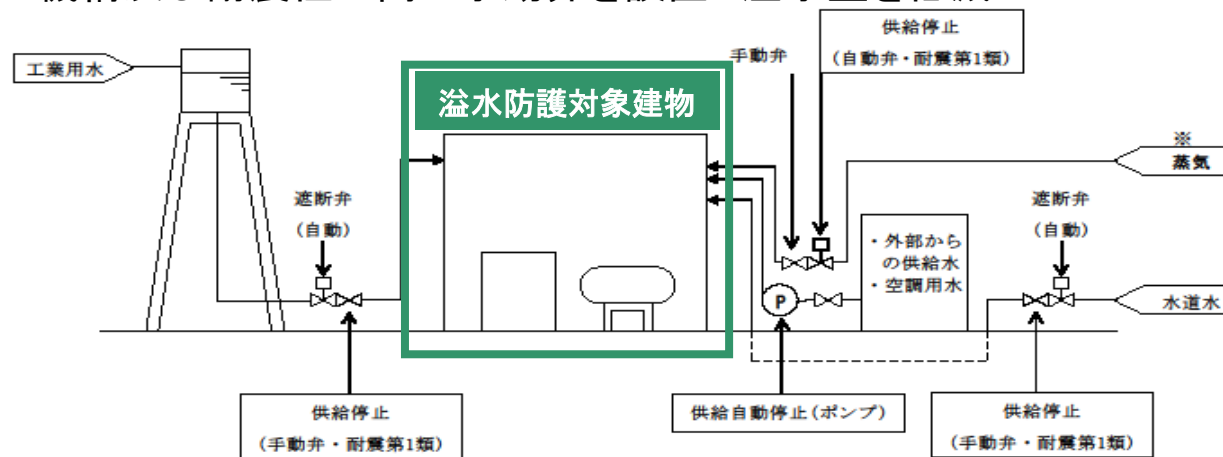
爆発発生防止(例)

- ・ 水素ガス漏えい検知器を設置し、漏えいを検知した場合は、自動的に水素ガス遮断弁を閉止するインターロック及び警報設備を設置
- ・ 水素ガスが漏えいした場合に滞留しないように、気体廃棄設備により換気
- ・ 設定値以上に温度が上昇した場合は、自動的に加熱ヒーター用電源を遮断
- ・ 冷却水の圧力が設定値以下に低下した場合は、自動的に加熱ヒーター用電源を遮断するインターロック及び警報装置を設置
- ・ 地震加速度(150ガル=0.15G)を検知した時点で、水素ガスの供給を停止
- ・ 供給ガス圧力(炉内圧力)が低下した場合は、自動的に水素ガス供給弁を閉止し、窒素ガス供給弁を開とするインターロック及び警報設備を設置



内部溢水に対する防護強化(地震に伴う建物内への溢水防止)

燃料棒を組み立てるまでのウランを非密封で取り扱う管理区域内において、地震により工業用水、ペレット焼結炉の冷却水、空調用水等の配管が同時破損し、管理区域内で汚染した水が管理区域外へ漏えいすることを防止するため、地震による自動遮断弁／自動ポンプ停止機構及び耐震性の高い手動弁を設置し溢水量を低減



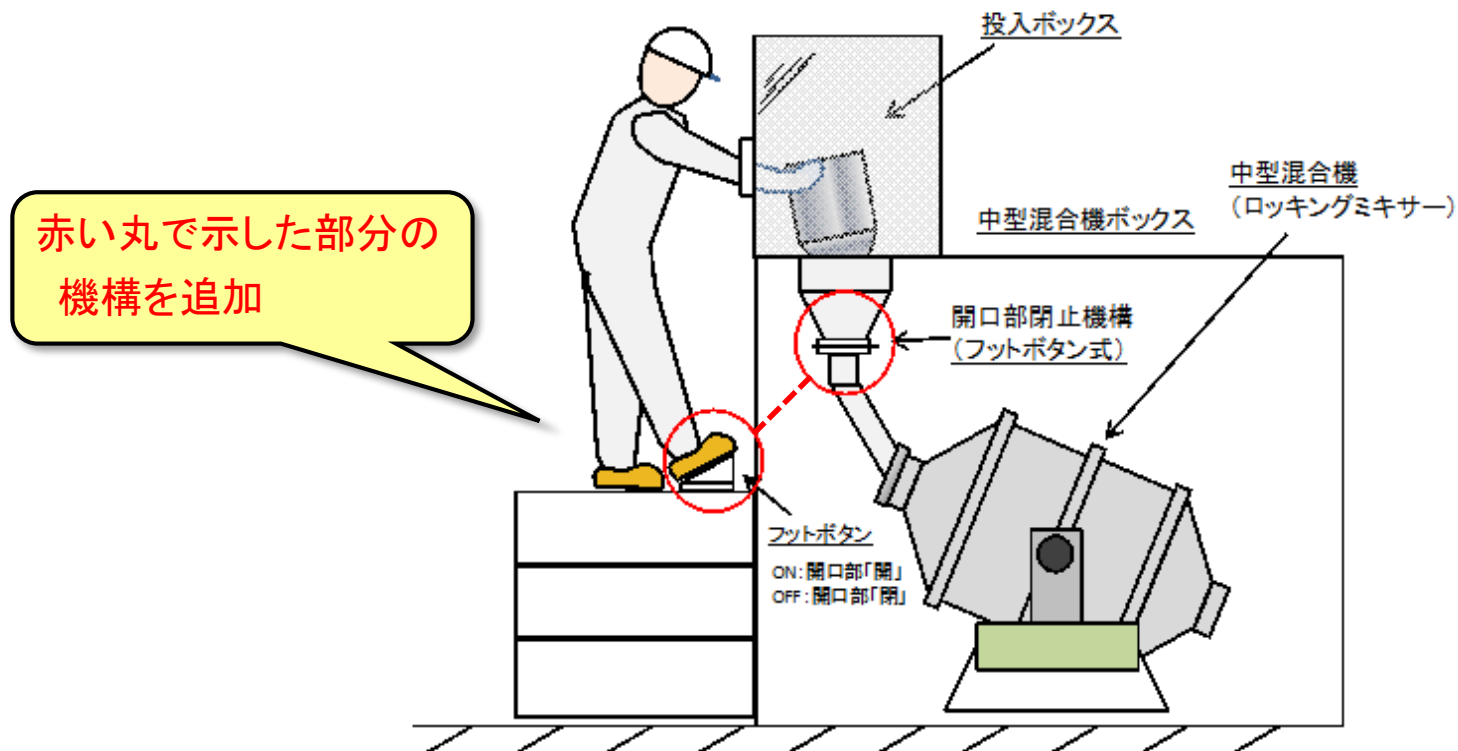
溢水源	供給源と送液能力	供給停止方法
工業用水	高架水槽の液位	手動弁閉
水道水	東海村水道管	手動弁閉
外部からの供給水(冷却水・純水・アンモニア水)	貯槽と付属ポンプ	ポンプ送液停止
空調用水	貯槽と付属ポンプ	ポンプ送液停止
蒸気	ボイラ	自動弁閉

※
 ・各工場屋外の直近の手動弁を作業者が閉止し直ちに供給停止
 ・動力棟のボイラは地震運動で自動停止及び自動で遮断弁が閉止し直ちに供給停止
 ・シリンダ洗浄棟のボイラは地震で自動停止及び自動で遮断弁が閉止し直ちに供給停止

- 予め震度5強(150ガル)の地震力が作用した時点で、供給水システムの遮断弁を自動閉止又はポンプを自動停止する機構を設置
- 万一、地震時にそれらの機能が作動しない場合には配置要員が手動弁を閉止

内部溢水に対する防護強化 (火災時の消火水による臨界管理設備への浸水防止)

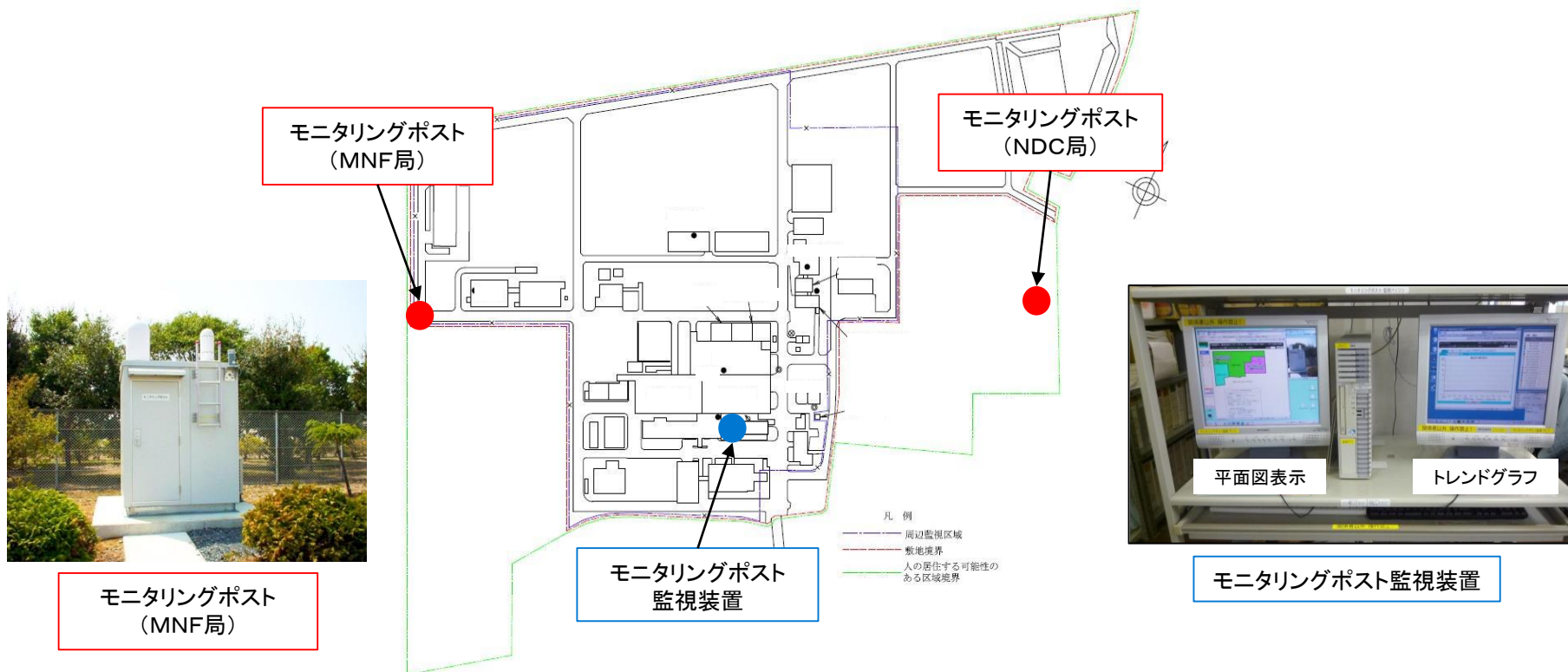
手動によりウラン粉末投入を行う臨界管理(減速度制限)設備において、周辺の火災に伴う消火活動により消火水を被っても、ウラン粉末の収納部に水が浸入しないように、人が踏んでいないと開かない**フットペダル式**の開口部閉止機構を設置



その他の防護設計の強化(監視設備)

モニタリングポスト

- 商用電源喪失時も非常用電源設備により給電可能
- 短時間の停電時に電源を確保するため、専用の無停電電源装置設置
- 有線式に加え**無線による伝達方法を追加**(伝送系の多様性)



通常時の外部放射線による影響低減

- 当社施設の周辺監視区域境界における**実効線量(貯蔵中ウランからの通常時の外部放射線(ガンマ線)によるもの)**を低減するため**遮蔽壁を設置**
- 保管する放射性固体廃棄物の大半を**廃棄物管理棟(新設)**に集約

組立工場遮蔽壁(例)



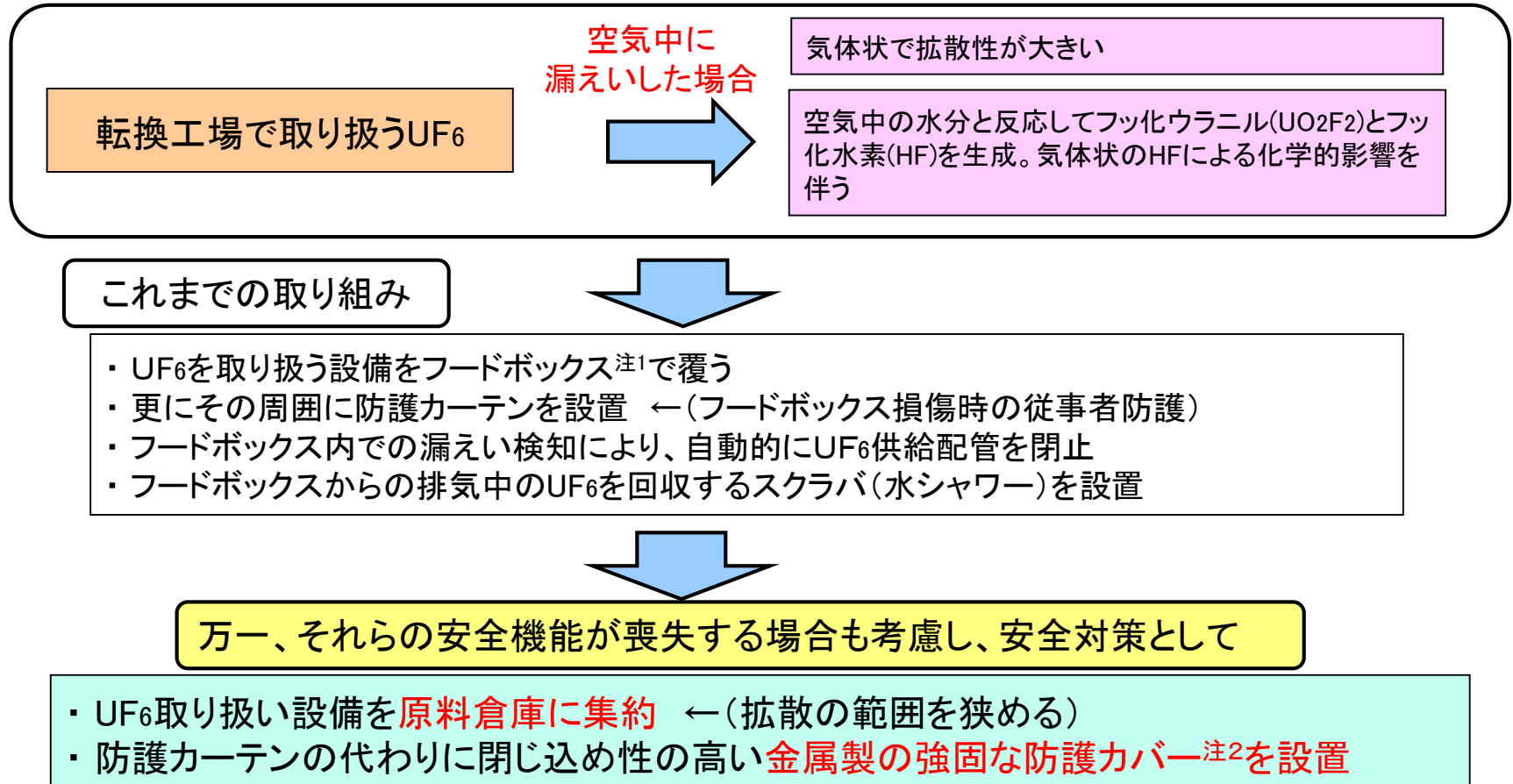
廃棄物管理棟は、コンクリート壁を厚くし十分な遮蔽効果を有する。
(耐震、耐竜巻性能も従来の倉庫より強化)



対策前		(200ℓドラム缶相当)
設置場所	建物構造	最大保管廃棄能力
第1廃棄物倉庫	鉄骨造	3,500本
第2廃棄物倉庫	鉄骨造	3,500本
第3廃棄物倉庫	鉄骨造	3,500本
汚染機材保管倉庫	鉄骨造	750本
第2汚染機材保管倉庫	鉄骨造	450本
廃棄物一時貯蔵所	鉄筋コンクリート造	350本
廃棄物貯蔵設備 合計		12,050本

対策後		* 今後予想される廃棄物保管量を踏まえて増強
設置場所	建物構造	最大保管廃棄能力
第3廃棄物倉庫	鉄骨造	3,500本
廃棄物一時貯蔵所	鉄筋コンクリート造	350本
廃棄物管理棟	鉄筋コンクリート造	*13,200本
廃棄物貯蔵設備 合計		17,050本

核燃料物質の閉じ込めの強化



注1: 樹脂製のパネルで覆われ、局所排気系統に接続することにより内部の負圧を維持する。
注2: 金属製のカバーでUF₆ガスを取り扱う機器を覆っている。

核燃料物質の閉じ込めの強化 (漏えい事故時における周辺環境の影響低減)

➤ UF₆の閉じ込め

■ 多重バリア

■ 各種インターロック

温度高インターロック／圧力高インターロック

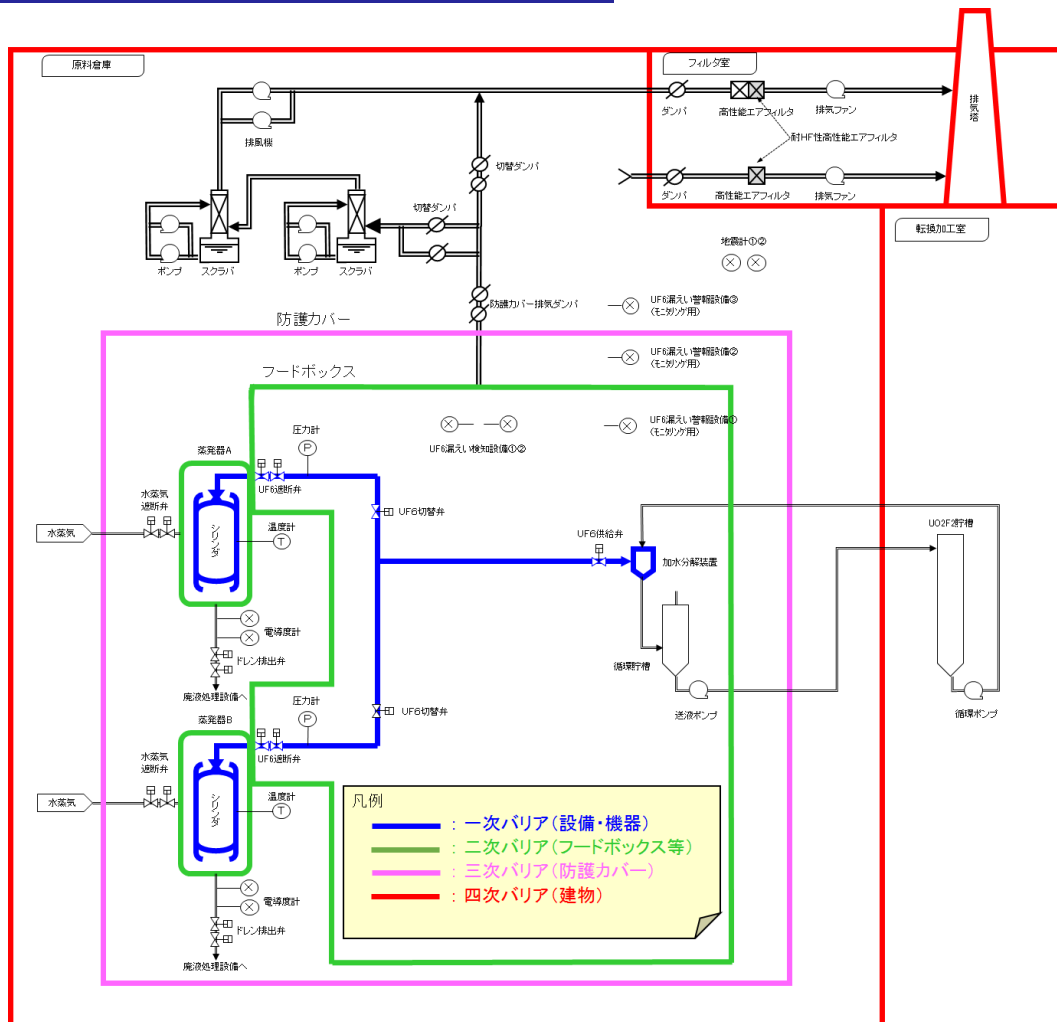
誤操作防止インターロック／漏えい検知インターロック

➤ 地震インターロック

- 予め震度5強(150ガル)の地震力が作用した時点で、UF₆と水素を供給する配管の遮断弁が自動閉止するインターロック機構を設置(地震時に確実に作動するよう耐震性を強化するとともに2重化)

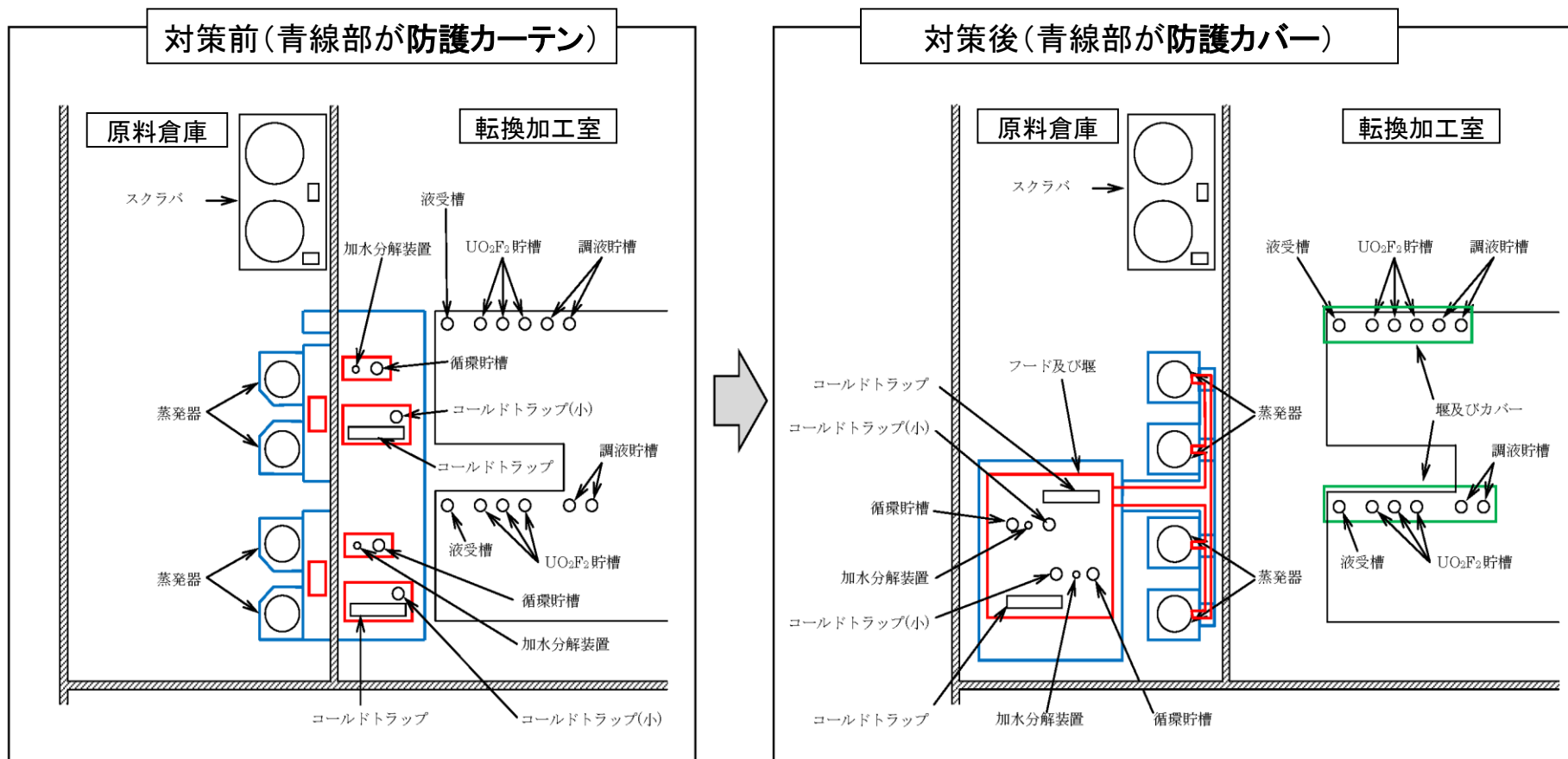
➤ 地震時の設備停止

- ウランの漏えいリスク低減→震度5以上の地震発生が予測される場合又は発生した場合、ウランを取り扱う設備を停止し退避等の対応



核燃料物質の閉じ込めの強化 (漏えい事故時における周辺環境の影響低減)

転換工場UF₆取扱い 安全対策



VI 設計基準事故の選定及び評価

VI 設計基準事故の選定及び評価

設計基準事故の基本方針

- **安全設計の妥当性を確認^{注1}**するために設計基準事故を選定し評価
- 安全上重要な施設の有無の評価で示したように、外的事象は大きな事故の誘因とはならないことを確認しているため、設計基準事故で想定する**起回事象は内的事象**
- 核燃料物質の受入から搬出に至る全工程にわたって、核燃料物質の流れ、特徴(種類、数量、化学的性状、物理的形態)、管理形態を踏まえ、**放射性物質を外部に放出する可能性のある事象**(設備・機器の破損、故障、誤作動あるいは操作員の誤操作を起因)を想定
- 発生防止の機能により事故に進展することはない。そのため、**発生防止機能の不全**を想定し発生時の影響の大きさから設計基準事故を選定

安全機能を有する施設について、以下の**内的事象**の発生の可能性との関連において、放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定

- ・機器等の破損、故障、誤動作
- ・運転員の誤操作



設計基準事故を選定

- ・安全機能を抽出・整理し、発生防止機能をもとに発生の可能性と進展性を評価
- ・取扱う核燃料物質の形態、取り扱い方法を考慮し、事故事象を類型化
- ・各事故事象についてリスクの最大となる事故を選定



評価

公衆の被ばくが発生事象あたり5mSvを超えないことを確認

注1: 事業許可基準規則解釈に基づき、設計基準事故は単一故障(発生防止機能の喪失)を仮定し、影響緩和機能の妥当性を評価。
 “核燃料物質が存在する加工施設の各工程に、機器等の破損、故障、誤動作あるいは運転員の誤操作によって放射性物質を外部に放出する可能性のある事象を想定し、その発生の可能性との関連において、各種の安全設計の妥当性を確認するという観点から設計基準事故を選定し評価する”

VI 設計基準事故の選定及び評価

設計基準事故の選定

網羅性: 核燃料物質の加工の**全工程**において、閉じ込め、遮蔽、火災・爆発に対する発生防止策に係る安全機能の喪失を想定

妥当性: 事象の**進展性**を考慮して、**拡散性**の大きいものを選定

代表性: 各工程の設備・機器での核燃料物質の取扱い形態、取扱い方法から、その特徴を踏まえて下表のように**類型化**して選定し、各事象について**リスクの最大となる事故**について選定。また、第1種管理区域境界としての建物も対象

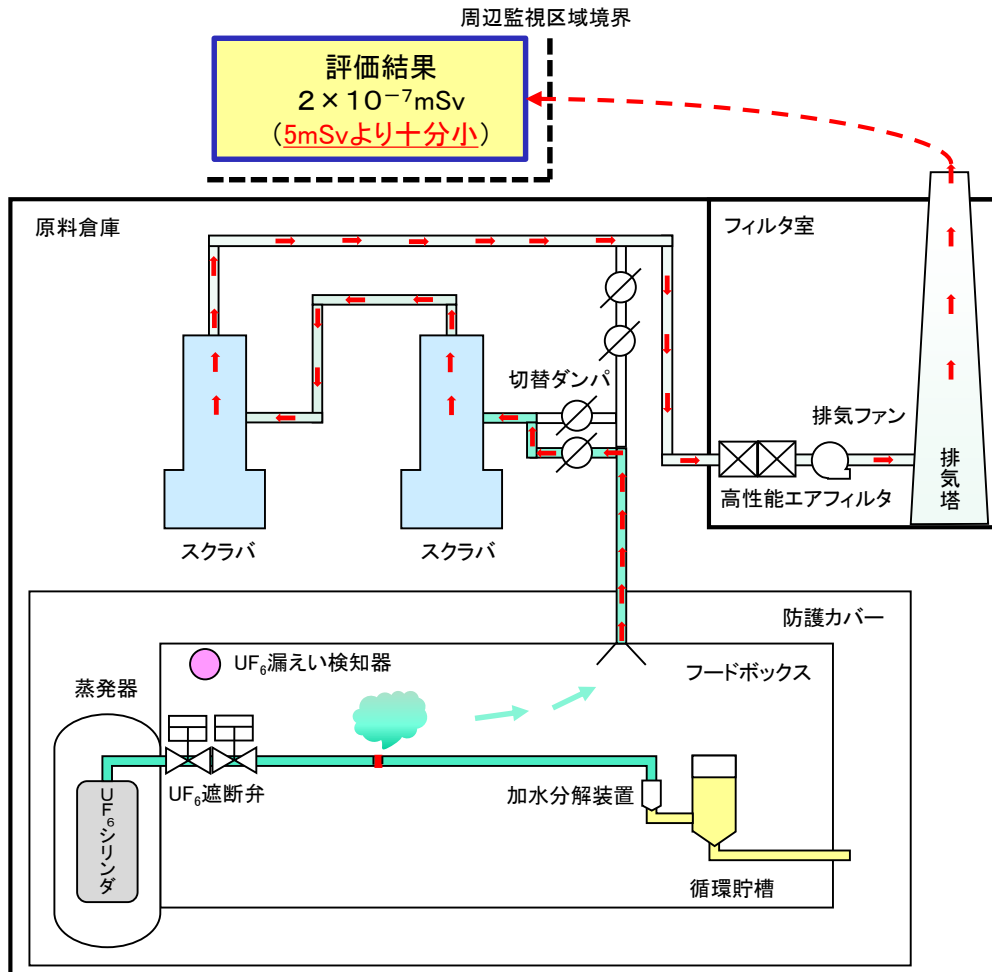
取扱い形態	特徴	設計基準事故
UF ₆ 固体	・固体の蒸気圧は大気圧よりも小さく(常温で)漏えい時の影響は気体に比べ十分に小さい。	—
UF ₆ 気体	・UF ₆ を正圧で取り扱う場合、 <u>拡散性が大きい</u> 。	① UF ₆ ガスの漏えい
ウラン溶液	・溶液の漏えいに対しては、堰の設置によりその拡散は防止できるため、 <u>拡散性はない</u> 。	—
ウラン粉末	・ウラン粉末を静置する場合、 <u>飛散しない</u> 。	—
	・粉末輸送などで圧力がかかる場合は、漏えい時に <u>拡散性がある</u> 。	② ウラン粉末の漏えい(加圧機器からの漏えい)
	・粉末容器を高所から落下した場合、落下による漏えい時には <u>拡散性がある</u> 。	③ ウラン粉末の漏えい(容器落下による漏えい)
	・火災の熱影響により、難燃性樹脂材料で構成される閉じ込めバウンダリが喪失した場合には <u>拡散性がある</u> 。	④ ウラン粉末の漏えい(火災による漏えい)
	・水素ガス等の爆発性物質を使用する設備・機器では、爆発時には <u>拡散性がある</u> 。	⑤ ウラン粉末の漏えい(水素爆発による漏えい)
ペレット	・ウラン粉末に比べて落下時の拡散性はかなり小さい。 ・水素ガス等の爆発性物質を使用する設備・機器では、爆発時にはペレットが粉塵化して <u>拡散性がある</u> 。	⑥ ウランペレットの漏えい(水素爆発による漏えい)
燃料棒	・核燃料物質(ペレット)は燃料棒に封入されているため、 <u>拡散性はない</u> 。	—
燃料集合体	・核燃料物質(ペレット)は燃料棒に封入されているため、 <u>拡散性はない</u> 。	—
—	・第1種管理区域境界としての建物	⑦ 第1種管理区域内雰囲気からの漏えい(排気停止による漏えい)

VI 設計基準事故の選定及び評価

設計基準事故の評価(1/7)

① UF₆ガス漏えいの漏えい(UF₆配管破損によるフードボックス内へのUF₆漏えい)

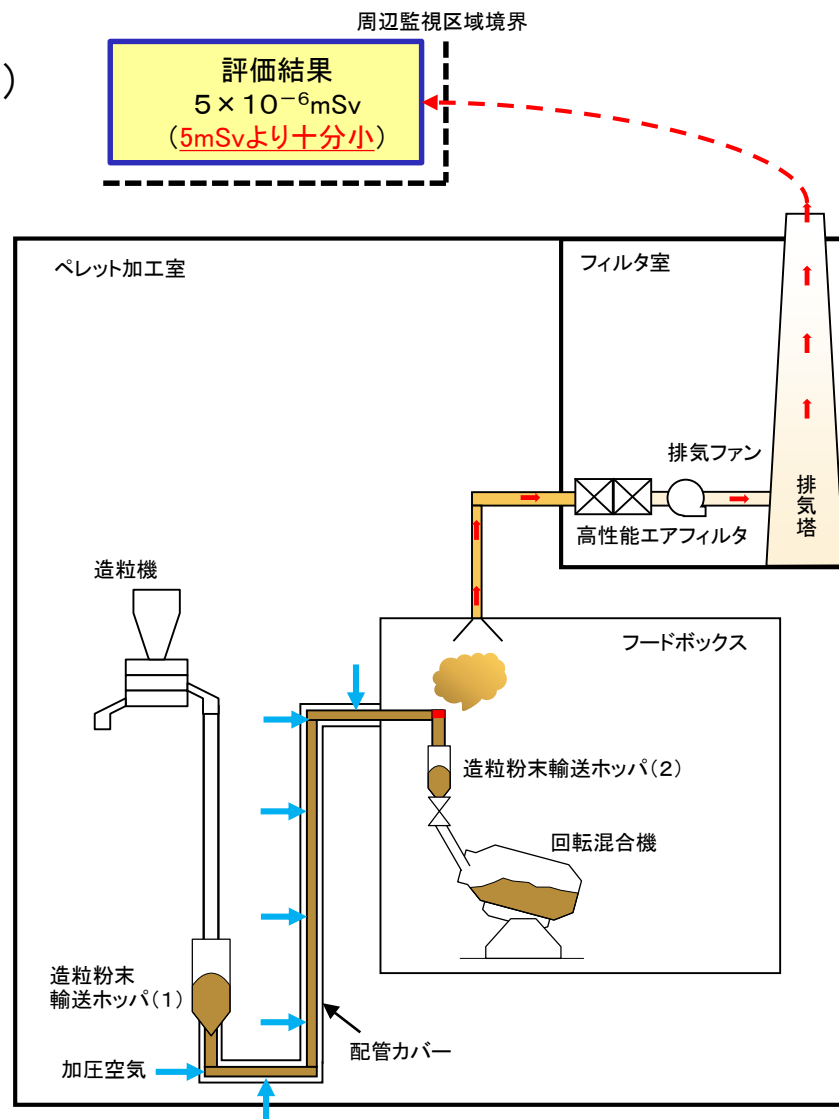
- UF₆を正圧で取り扱う蒸発・加水分解工程において**フードボックス内の配管部からUF₆ガスの漏えい**が発生することを仮定
- UF₆配管を収納するフードボックス内には漏えい検知器を設置しており、漏えいを検知すると遮断弁閉止。フードボックス内に飛散したUF₆はフードボックスに接続する局所排気系統に設置するスクラバ2段及び高性能エアフィルタ2段により捕集(捕集効率はそのそれぞれ99%、99.997%)して屋外へ排気。なお、**保守的に配管の破断は全周破断を仮定し、漏えい時間は40秒間と仮定**



設計基準事故の評価(2/7)

② ウラン粉末の漏えい(加圧機器からの漏えい)

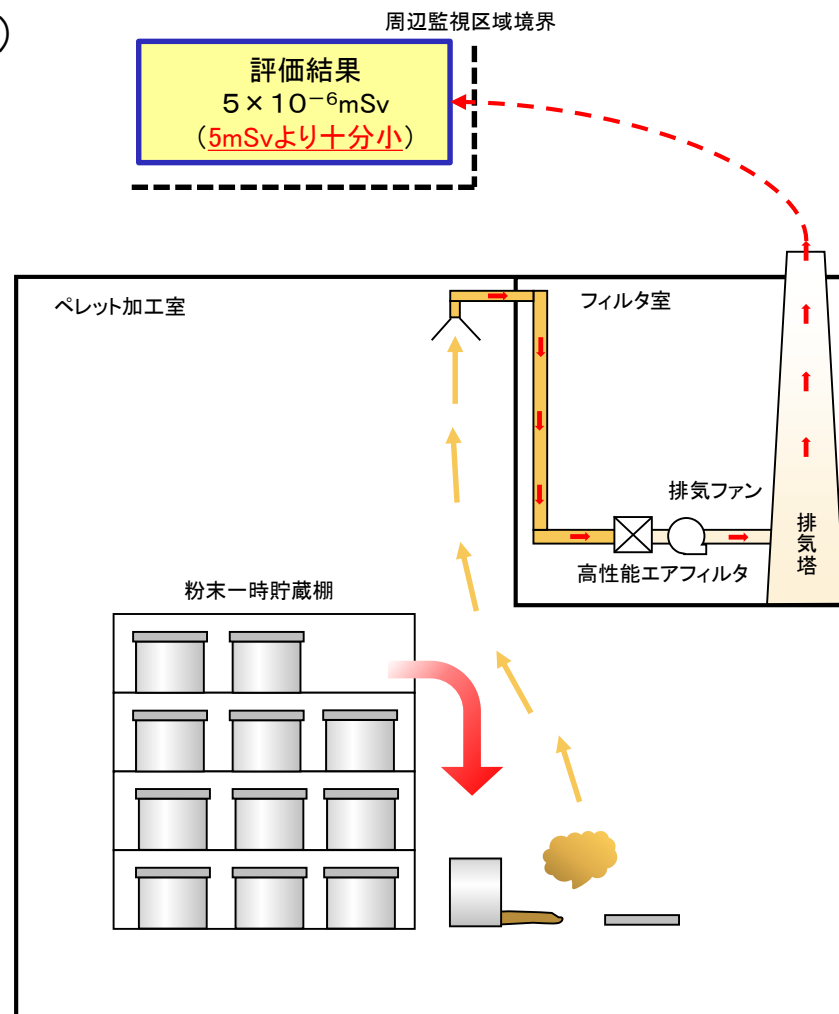
- ウラン粉末を加圧状態で取り扱う工程のうち、気流輸送1回当たりの取扱量が最も大きい成型工程造粒粉気流輸送設備の気流輸送配管において**ウラン粉末の輸送中に配管破断**が発生することを仮定
- フードボックス(配管カバーを含む)内にウラン粉末は飛散し、局所排気系統に設置する高性能エアフィルタ2段により捕集(捕集効率99.997%)して屋外へ排気。なお、**保守的に気流輸送の圧力により、爆燃事象程度の雰囲気中への拡散が発生**することを仮定



設計基準事故の評価(3/7)

③ ウラン粉末の漏えい(容器落下による漏えい)

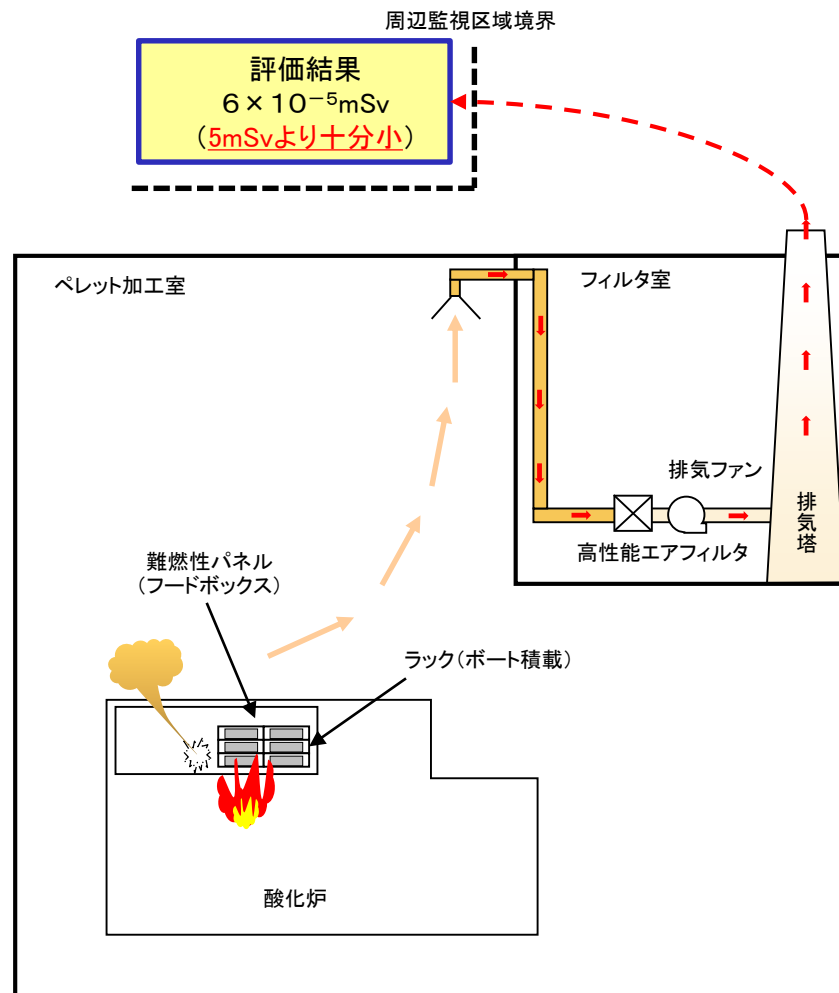
- ▶ 最も周辺監視区域境界に近く公衆への影響が大きくなる加工棟の第1種管理区域に設置された粉末一時貯蔵棚から誤操作に伴い**ウラン粉末を収納した容器が落下し、損傷によりウラン粉末が室内に漏えい**することを仮定
- ▶ 室内へ飛散したウランは、室内排気系統に設置する高性能エアフィルタ1段により捕集(捕集効率99.9%)して屋外へ排気。なお、**保守的に容器中のウランは最大収納量とし、全量が影響を受けるものと仮定**



設計基準事故の評価(4/7)

④ ウラン粉末の漏えい(火災による漏えい)

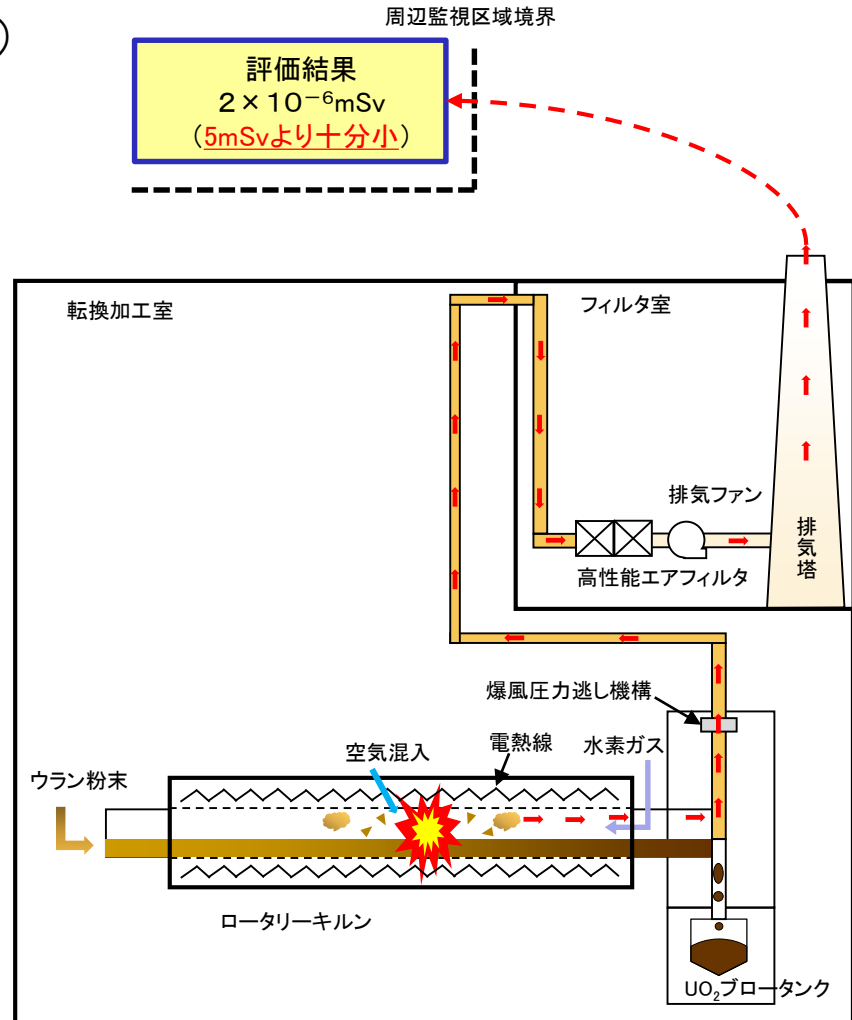
- 難燃性パネルを使用したフードボックスで潤滑油等の火災による熱影響で閉じ込め機能喪失することによりフードボックス内のウラン粉末が室内に漏えいすることを仮定
- 室内へ飛散したウランは、室内排気系統に設置する高性能エアフィルタ1段により捕集(捕集効率99.9%)して屋外へ排気。なお、保守的にフードボックス内のウランの全量が影響を受けるものと仮定



設計基準事故の評価(5/7)

⑤ ウラン粉末の漏えい(水素爆発による漏えい)

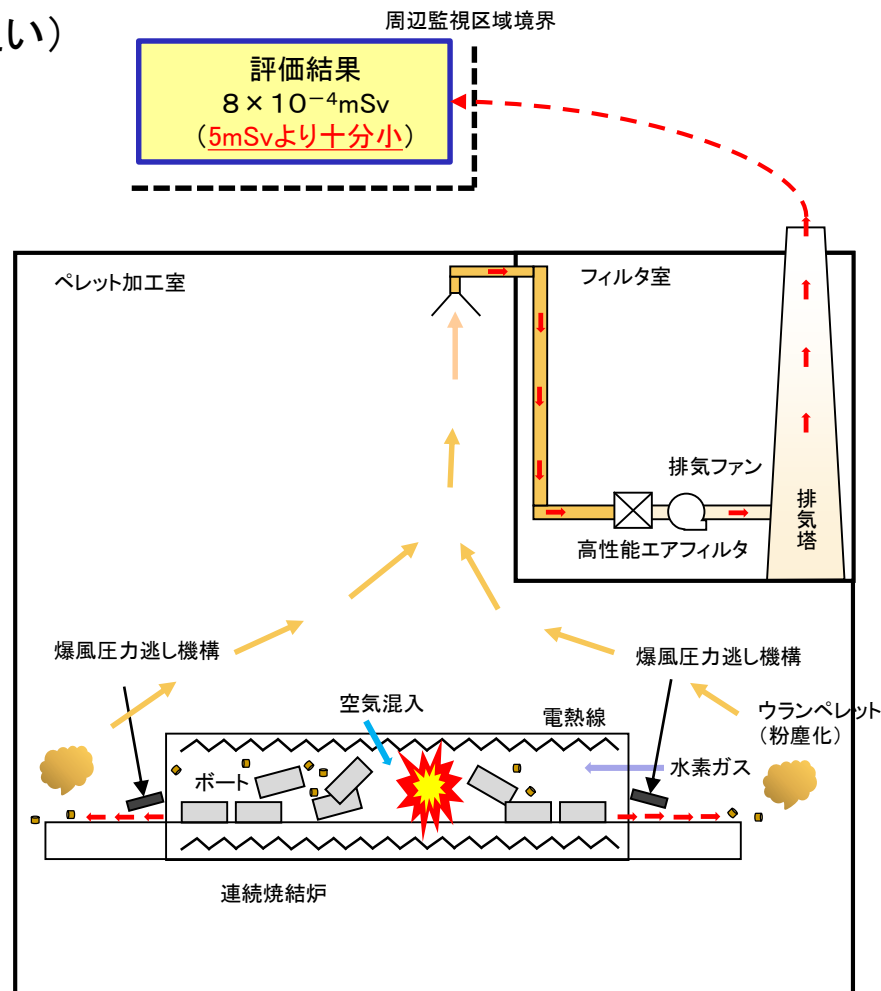
- 水素取扱い設備であるロータリーキルンで、**空気混入による爆発が発生し、ウラン粉末が飛散**することを仮定
- ロータリーキルンは爆発による本体の損傷を防止するため、爆風圧力逃し機構を備えており、ロータリーキルン内のウランは爆風圧力逃がし機構を通じて接続されている局所排気系統内に設置する高性能エアフィルタ2段により捕集(捕集効率99.997%)して屋外へ排気。なお、**ロータリーキルン内には、保守的に最大取扱量のウランが存在すると仮定**



設計基準事故の評価(6/7)

⑥ ウランペレットの漏えい(水素爆発による漏えい)

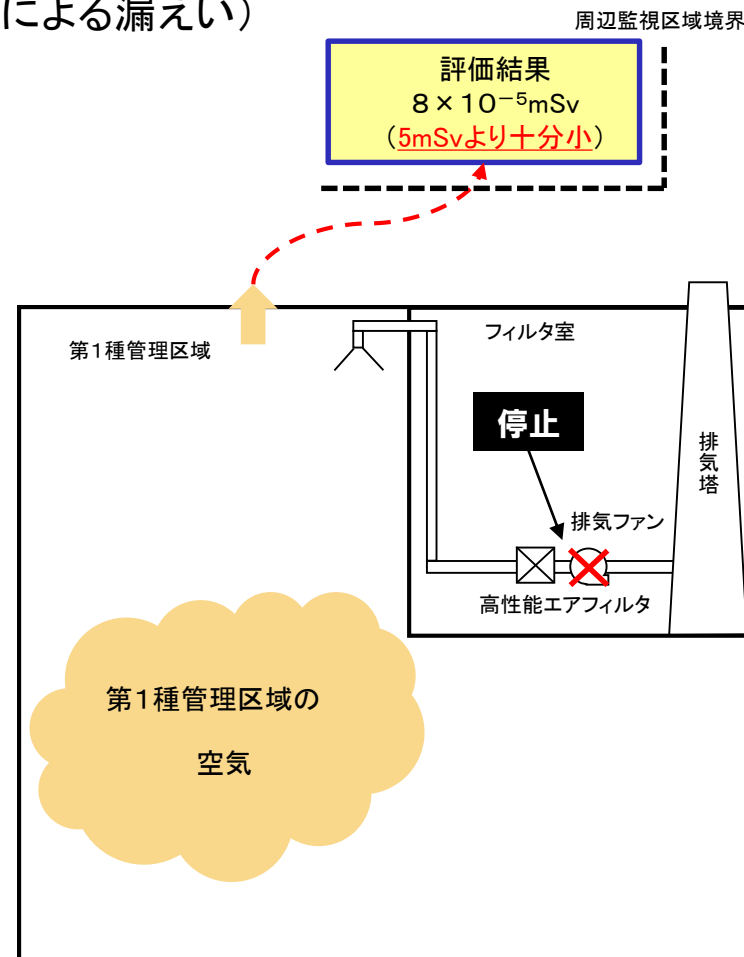
- 水素取扱い設備である連続焼結炉で、**空気混入による爆発が発生し、室内にウランペレットが飛散**することを仮定
- 連続焼結炉は爆発による炉本体の損傷を防止するため、爆風圧力逃し機構を備えており、連続焼結炉内のウランは爆風圧力逃がし機構を通じて室内へ飛散し、室内排気系統に設置する高性能エアフィルタ1段により捕集(捕集効率99.9%)して屋外へ排気。なお、**連続焼結炉内には、保守的に最大取扱量のウランが存在するものと仮定**



設計基準事故の評価(7/7)

⑦ 第1種管理区域内雰囲気からの漏えい(排気停止による漏えい)

- 周辺監視区域境界に最も近く、公衆への影響が大きくなる加工棟の**排風機が全て停止し、第1種管理区域内雰囲気が建物外へ漏えい**することを仮定
- 排風機が全て停止した場合、負圧は低下するものの正圧にならないことから第1種管理区域内雰囲気の建物外への漏えいは建物の微小な隙間からの漏えい。**空気中のウラン濃度を保守的に濃度限度に等しいとし、室内空気の1割が建物外へ漏えい**すると仮定



VII 事故対応・体制等の強化

- 加工施設では重大事故の発生は想定されないが、設計基準を超え、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合を想定し、重大事故の発生を防止するために、必要な施設及び体制を整備
- 自然災害等に対する防護強化や、故障・誤操作等による事故に対する発生防止・影響緩和対策にも拘わらず、万一、想定を超えた安全機能の喪失により事故影響が拡大するおそれのある場合に備え、周辺環境への影響拡大を防止するための事故対応体制・手順及び資機材等を強化
周辺環境への影響が拡大するおそれのある事象は以下の2事象
 - 転換工場外へのUF₆の漏えい(気体状で拡散性が大きく、化学的影響も伴う)
 - 火災の複数同時発生(延焼により拡大する進展性あり)
- 大規模な自然災害、又はテロリズム等による大規模な損壊や火災が発生した場合(以下、「大規模損壊」という。)への対応を考慮し、事故対応体制等を整備

防災組織の増強

福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、事故対応を行う**自主防災組織**について、**役割分担を明確化し、要員増強によって体制を強化**した上で、**繰り返し訓練を実施**することにより機能強化を図った

また、新規規制基準施行後には、**事故時の影響拡大防止活動を迅速に実施するための要員も確保**し、更に防災体制を強化

活動拠点の整備

防災組織対策本部の活動拠点について、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて**新たな緊急時対策室(防災ルーム)**を設置し、

- ・効果的な防災活動のためのレイアウト整備
- ・大型スクリーンを使用した情報の共有化
- ・緊急時通信システムの整備
(衛星回線の常設化)

・非常用電源設備からの電力供給整備
を図ってきたが、万一、その緊急時対策室が使用できなくなる場合に備え、予備の緊急時対策室(地震及び竜巻に対する防護強化)も整備



VII 事故対応・体制等の強化

: 実施組織
 : 支援組織

防災組織

2019年4月現在:約190名

社長

- 【事故対策即応本部】

 - ・事故対策即応本部長
 - ・技術支援管理者
 - ・資金支援管理者
 - ・食料等支援管理者

【 事故対策本部 】

【対策本部】

対策本部長

核物質防護管理者

核燃料取扱主任者

対策本部付

(支援組織)

(情報管理グループ)

情報管理グループ統括

- プレス派遣チーム

 - ・プレス対応者
 - ・プレス進行者
 - ・放射線安全
 - ・施設・設備
 - ・連絡員

情報管理グループ統括補助

広報管理者

広報管理者補助
・広報管理者代理
・通報管理者

プレス文作成班

FAX文作成班

連絡班

(対策グループ)

対策グループ統括

対策検討
外部派遣チーム
(オフサイトセンタ)

対策グループ統括補助

施設技術管理者

環境安全管理者

現場活動管理者

調達品管理者

現場活動管理者
(輸送事故時)

【 現場活動隊 】(実施組織)

消防現地指揮所

現場活動隊長

(状況に応じて)

設備技術班

警備班

放射線管理班

救護班

避難誘導班

防災班

発災部門班

輸送隊

救援隊班

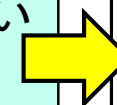
緊急時合同輸送本部

事故対応手順の充実

周辺環境への影響が拡大するおそれのある事故や大規模損壊の発生を考慮して、ウラン等を閉じ込めるための対応手順として以下を整備(①～③は福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ対応済)

(1) 室内及び建物外へのUF₆漏えい事故

①自動インターロック機構や遠隔手動操作で配管への供給遮断が出来ない場合には、**化学防護服**を着用し、現場にて供給元の手動弁を閉止



②ウランを取扱う設備・機器を停止(影響のない設備・機器は除く)

③ウラン等が周辺環境へ放出されないよう、建物からの排気を停止する場合には、建物の扉に外側から不燃材等で目張り

④フッ素による化学的影響を緩和するため、UF₆を取扱う**転換工場の原料倉庫周囲へ散水**(消火用放水設備又は可搬消防ポンプを使用)



事故時対応の実現性評価(UF₆漏えい事象)

No.	実施内容	場所	時間経過(分)							
			0:00	0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00	
1	UF ₆ 漏えい検知: 事象の把握、連絡 ・漏えい検知器警報発報 ・白煙目視確認(カメラ確認含む) ・自動構内一斉放送: 事故周知・退避指示	転換加工室中央制御室	転換従事者(B) <u>(一斉放送) 転換従事者(B)</u>							
2	生産設備及び気体廃棄設備の停止(一斉停止ボタン)	転換加工室中央制御室	<u>転換責任者(A)</u> 転換従事者(B, C)							
3	退避及び点呼 (立入管理区域以外の)退避及び点呼	成型工場一時退避場所 屋外退避場所	(点呼) 転換従事者(D) <u>(点呼) 安全管理課員(G)</u>							
4	要員の一斉招集	警備所	<u>警備員(H)</u> エマージェンシーコール)							
5	救助またはシリンダバルブ閉止の対応準備 (化学防護服等の装備着用)	成型工場一時退避場所	<u>転換責任者(A)</u> 転換従事者(B, C, D, E, F)							
6	初動対応の全体指揮 ・事故状況の把握 → 発災部門班等への指示 ・社外通報連絡 ・モニタリングポスト等の警報監視	防災ルーム	<u>宿直当番者(I)</u>							
7	シリンダバルブ閉止(救助対応があればその後)	原料倉庫	<u>転換従事者(C, D)</u> (交代E, F)							
8	退避者及び初動対応者の退域時汚染の確認 成型工場内の汚染及びHF濃度モニタリング	成型工場一時退避場所 成型工場内	<u>放射線管理班(G)</u>							
9	転換工場屋外のHF濃度モニタリング	転換工場屋外周辺	<u>放射線管理班(招集要員到着までは警備員H)</u>							
10	要員参集、点呼 ・資機材準備 ・建屋(原料倉庫)の状況把握 注: 徒歩による出勤を想定	防災資機材保管場所 原料倉庫屋外				▽設備技術班 ▽防災班	▽設備技術班 ▽防災班	放射線管理班		
11	・原料倉庫の建屋周辺への散水 ・扉目張り (工場内外でHF濃度を監視しながら実施)	原料倉庫屋外 転換工場屋外 成型工場内						<u>設備技術班 防災班</u>		
12	工場建屋外の放射線モニタリング(モニタリングポスト等)	放射線管理棟監視盤等						<u>放射線管理班</u>		

事故対応手順の充実

(2) 火災の複数同時発生事故

① 火災の複数同時発生時は、現場作業者は公設消防への通報を行うとともに、適切な防護具を着用し、消火器による消火作業を行う。なお、 UO_2F_2 溶液を取り扱う工程等を優先して消火し、鎮火状況に応じて順次周辺を消火

② 消火作業と並行し、消火作業に従事する者以外の者はウランを取扱う設備・機器を停止（影響のない設備・機器は除く）

③ 消火器による消火が困難な場合、適切な防護具を着装し、消火用放水設備又は**可搬消防ポンプ**を用いて水消火

④ 公設消防が到着後は、その指揮下に入り活動



事故時対応の実現性評価(火災の複数同時発生)

No.	実施内容	場所	時間経過(分)						
			0:00	0:10	0:20	0:30	0:40	0:50	1:00
1	火災検知(自動火災報知設備の警報発報、目視確認等) →事象の把握、周囲の従事者に周知、119番通報、緊急連絡	(転換加工室内) 火災発生エリア	転換責任者(A) 転換従事者(B, C, D)						
2	要員の一齐招集	警備所	警備員(H)エマージェンシーコール						
3	消火の指揮・初動対応(消火器)、工場内の状況確認、連絡	火災発生エリア	転換責任者(A) 転換従事者(B, C, D, E, F)						
4	・生産設備停止(焙焼還元炉が運転中の場合) ・水素供給停止(元バルブの閉止(状況に応じて))	火災発生エリア 屋外等	転換従事者(B他)						
5	汚染状況確認	火災発生エリア	安全管理課員(G)						
6	初動対応の全体指揮 ・事故状況の把握 → 発災部門等への指示 ・社外通報連絡 ・モニタリングポスト等の警報監視	防災ルーム	宿直当番者(I)						
7	要員参集、点呼 注: 徒歩による出勤を想定	防災資機材保管場所	▽設備技術班 設備技術班 放射線管理班 ▽防災班 防災班						
8	消火活動(水消火) 準備作業・水消火	火災発生エリア	発災部門班						
9	工場建屋外の放射線モニタリング (モニタリングポスト及び排気塔モニタ等)	放射線管理棟監視盤等	放射線管理班						
10	火災による施設の状況把握・影響確認	転換工場	設備技術班 設備技術班						
11	排気停止に伴う扉の目張り 準備作業・目張り	転換工場屋外	防災班 設備技術班						
12	(火災発生エリアにおいて粉末等が漏えいした場合) ・立入制限措置 ・ウランの回収、除染(適切な時期に実施)	ウラン飛散場所	発災部門班 防災班						

教育訓練の充実

従来からの諸訓練に加え、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて、**UF₆取扱い設備からの漏えい事故を想定した訓練(別建物の火災との同時発生訓練を含む)**も実施。

今後は、様々な状況を想定し、新規制基準を受け強化する事故対応体制・手順・資機材等による訓練(事故対応訓練)を実施していく。

事故対応訓練の定期的な実施
(大規模損壊の事故対応を含む)

総合訓練(防災組織全体で連携した対策活動)

個別訓練(防災組織の各班が実施する役割別訓練)

訓練実績とその内容 (2018年4月～2019年6月)

(※) 防災組織各班の個別訓練を含む

実施年月	項目	参加者	主な内容
2018年 5月	緊急作業に係る訓練	緊急作業従事者	<ul style="list-style-type: none"> 緊急作業の方法 緊急作業で使用する施設及び設備の構造並びに取扱い
2018年 7月	UF ₆ 漏えい対応訓練 (※)	防災組織員等	<ul style="list-style-type: none"> HF用防護具の着脱 避難誘導、救助等 UF₆漏えい停止の対応 UF₆建屋閉じこめの対応
2018年11月	初期消火活動訓練(※)	防災組織員等	<ul style="list-style-type: none"> 通報・連絡 環境モニタリング 消火栓、可搬ポンプ、消火器の取扱い 公設消防との連携
2019年 2月	防災総合訓練(原災法) [UF ₆ 建屋外漏えい] (※)	防災組織員等	<ul style="list-style-type: none"> 通報・連絡 消火設備等の操作(散水) 通報・連絡 環境モニタリング 負傷者救護、身体除染 非常用設備等の操作 環境モニタリング 防護装備、除染作業等 応急措置(拡大防止措置) プレス発表
2019年 5月	緊急作業に係る訓練	緊急作業従事者	<ul style="list-style-type: none"> 緊急作業で使用する施設及び設備の構造並びに取扱い 緊急作業時の防護具の着脱訓練 緊急作業を想定した机上訓練
2019年 6月	自然災害等発生時保全 活動訓練(除灰訓練)	防災組織員等	<ul style="list-style-type: none"> 落下防止用機材の着脱 灰の掻き降ろし 命綱用親綱張り

資機材の充実と実用性の向上

- 事故対応のための資機材は、大規模損壊も含め事故想定を**拡大した活動内容及び増強した要員数**のもと、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ**予備の保管場所や分散配置も考慮した上で必要な数量を追加整備**(参考資料参照)
- 自然災害等の**外力による影響に対しても、保管場所の健全性を確保し、必要な資機材が使用可能となるよう保管の措置を講じるとともに、消火のためのアクセスルートを確保**
- 放射線防護具等の他、追加整備する主な資機材は以下のとおり

- ①屋外に漏えいしたウラン粉末を回収する集塵機
- ②屋外に漏えいしたウラン粉末等の飛散を防止するための固着剤等
- ③大規模火災に備え、可搬消防ポンプの増設
- ④UF₆漏えい時に発生元の原料倉庫内における事故の状況を把握するため、UF₆漏えい検知設備を設置(退避場所や屋外においても把握可能とする)
- ⑤非常用電源設備の増強(同等能力の予備機を配備)
- ⑥モニタリングポストの計測データ伝送について、有線回線に加え無線回線を追加

資機材の整備とアクセスルートの確保

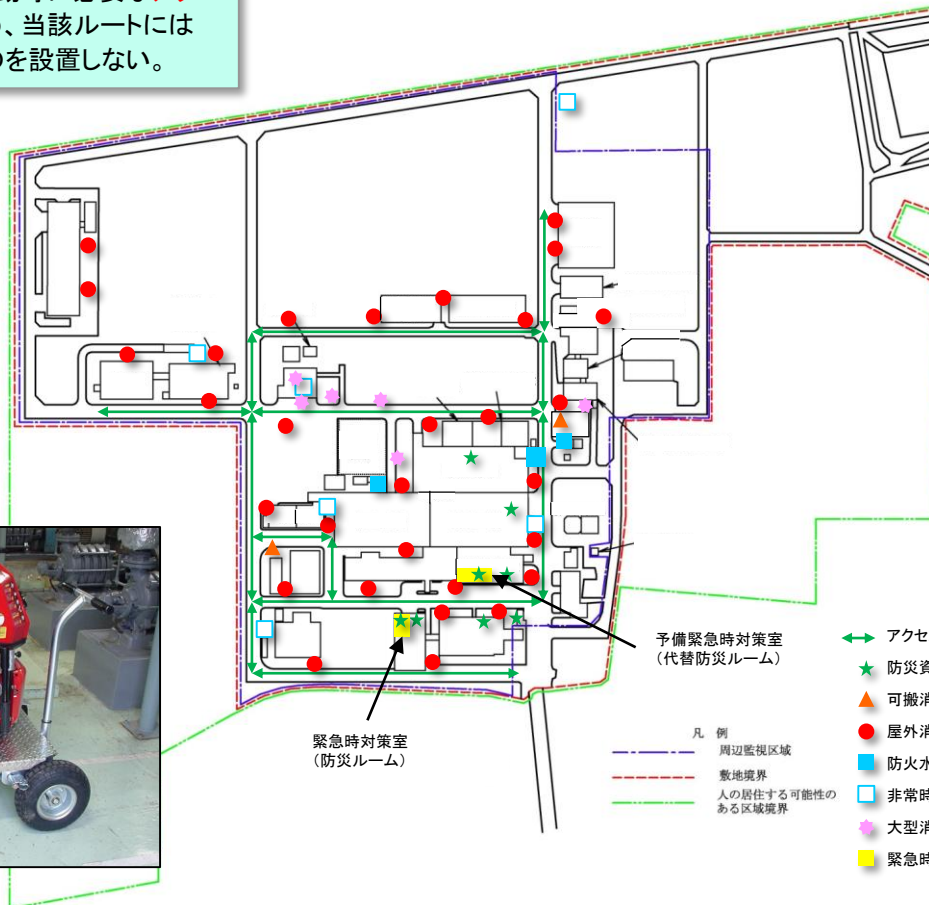
アクセスルートの確保

- 消火活動及び救助活動等に必要**なアクセスルート**を予め定め、当該ルートには通行の支障となるものを設置しない。

衛星電話
(緊急時対策室(防災ルーム))



可搬消防ポンプ



資機材の整備

- 事故対応に必要な資機材として、可搬消防ポンプ、放射線測定機器類、通信連絡設備、化学防護服、防護具、携帯照明、可搬式発電機及び投光器等を整備
- これらの設備又は資機材は、必要な個数及び容量を有する方針
- 対応に必要な容量の防火水槽を整備
- 大規模損壊が発生した場合に使用不可とならないよう**複数箇所に分散配置や離隔配置**し、転倒・飛散防止対策を講じるとともに、短時間で活動場所へ移動できる場所へ保管

サーベイメータ
(安全管理課居室)



VIII 新規制基準適合へ向けた対応状況

- 平成25年12月18日：新規制基準（事業許可基準規則 *1）施行。
 - *1 「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

- 平成26年 1月31日：当社加工施設への適合を図るため、「加工事業変更許可申請書（補正）」及び「加工施設保安規定変更認可申請書」を原子力規制庁に提出。
- 以降、原子力規制委員会／原子力規制庁による適合性審査を通じて、安全機能を有する施設を明確化すると共に、安全性向上のための更なる追加対策を講じることとし、これらの安全対策とその評価を加工事業変更の申請内容に反映。

- 平成29年 9月 6日： 最終的な補正申請書を原子力規制庁に提出。

- 平成29年11月1日： 補正後の申請が原子力規制委員会により許可。
 - 現在、許可された安全対策を実施するため、ハード対策については設計工事認可の申請及び工事の実施、ソフト対策については保安規定変更申請及び社内展開中

生産工程及び新規制基準対応スケジュール

年度	2017	2018	2019	2020
生産工程		新規制基準適合期限 (12/17)	(生産休止期間)	
適合性審査	事業許可審査 ▼ 11/1事業変更許可	詳細設計 設工認審査		
新規制基準対応工事			耐震・竜巻補強工事	
保安規定の改定			▼ 3/28変更認可 △ 申請	△ 申請

設工認及び保安規定の変更申請は、複数回に分けて実施予定

保安規定の主な改定内容については参考資料p.90参照

操業再開に向けた安全確保の取り組み(設備の総点検、作業者に対する教育・訓練)については参考資料p.91参照

参考資料

加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記 1

安全上重要な施設の有無の確認に当たっての実効線量の評価方法

第1条4に規定する評価方法は、以下のとおりとする。

1. 構築物、系統及び機器（以下この別記1において「SSC」という。）の機能の喪失による敷地周辺の公衆への実効線量を評価する。
2. 当該機能の喪失は、機器の故障等に加え、**地震、津波その他の外部事象**による加工施設の損傷も考慮することとする。
3. 外部事象による加工施設の損傷を考慮する場合のSSCの機能の喪失による敷地周辺の公衆への実効線量の評価（以下この別記1において「外部事象評価」という。）に当たっては、以下を基本とする。なお、加工施設の立地状況を考慮して、必要に応じて、自然現象の重畳についても考慮し、外部事象評価を行うこととする。

(1)地震

- ・地震は、**Sクラスに属する施設に求められる程度の地震力**を設定することとする。当該地震力を設定しない場合は、SSCの機能を喪失するものとして外部事象評価を行う。
- ・外部事象評価に当たっては、上記地震力を受けた場合における加工施設の損傷を当該加工施設の設計に応じて考慮し、適切な除染係数(DF)等を設定するものとする。

(2)津波

- ・津波は、**基準津波相当の津波高さ及び遡上範囲**を設定することとする。ただし、その設定に当たっては、必ずしも地質学的調査等を行う必要はなく、国や地方公共団体が公表している想定津波高さ及び周辺の原子力施設で設定された津波高さを参考に、加工施設の立地状況を考慮して、津波高さ及び遡上範囲を設定することも可能とする。当該津波高さを設定しない場合は、SSCの機能を喪失するものとして外部事象評価を行う。また、当該津波高さを設定しても津波の遡上がないことを確認した場合は、外部事象評価を不要としその評価値が発生事故当たり5ミリシーベルトを超えないものとみなす。
- ・外部事象評価に当たっては、津波により加工施設が損傷した場合に核燃料物質又は核燃料物質に汚染された物が津波によって当該加工施設外へ流出しないような措置（固縛、一部の部屋及び設備・機器の強固な設計対応等）を考慮し、又は流出した場合における適切な除染係数(DF)等を設定することとする。

(3)竜巻

- ・竜巻は、**既往最大の竜巻（日本で過去に発生した最大級の竜巻）**の規模を考慮して設定することとする。
- ・外部事象評価に当たっては、竜巻により加工施設が損傷した場合に核燃料物質又は核燃料物質に汚染された物が竜巻によって飛来物として当該加工施設外へ飛散しないような措置（固縛、一部の部屋及び設備・機器の強固な設計対応等）を考慮し、又は飛散した場合における適切な除染係数(DF)等を設定することとする。

(4)その他の外部からの衝撃について

地震、津波及び竜巻以外の自然現象（洪水、風（台風）、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等）及び工場等内又はその周辺において想定される事象であって人為によるもの（飛来物、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等。ただし、故意によるものを除く。）の外部事象評価は、次のとおりとする。

- ・これらの事象は、加工施設の立地状況を考慮して、その荷重を設定することとする。当該荷重を設定しない場合は、SSCの機能を喪失するものとして外部事象評価を行う。また、これらの事象の発生が除外できる場合又はその影響が極めて小さいことが明らかな場合は、その評価値が発生事故当たり5ミリシーベルトを超えないものとみなす。
- ・外部事象評価に当たっては、上記荷重を受けた場合における加工施設の損傷を考慮し、適切な除染係数(DF)等を設定することとする。

安全上重要な施設の有無の評価 補足

$$\text{ウラン放出量} \text{RQ} = \text{MAR} \times \text{DR} \times \text{ARF} \times \text{RF} \times \text{LPF}$$

MAR: 影響を受ける可能性のあるウラン量
 DR: 影響を受ける割合
 ARF: 雰囲気中に放出され浮遊する割合
 RF: 肺に吸入される浮遊性微粒子の割合
 LPF: 環境中に漏れ出る割合

$$\text{公衆の実効線量} \text{E} = \text{RQ} \times (\chi / \text{Q}) \times \text{M} \times \text{K}$$

χ / Q : 相対濃度
 M: 呼吸率(文献より1.2m³/h)
 K: 実効線量係数

	地震	竜巻		火山
		屋根がRC*2造、SRC*2造でない場合	屋根がRC造、SRC造の場合	
MAR (kgU)	Sクラスに属する施設に求められる程度の地震力による損傷により影響を受けるおそれがある建物及び設備・機器について全ての核燃料物質量	竜巻によって損傷が想定される建物内部に設置され、竜巻による飛来物により損傷するおそれのある設備・機器に内蔵するウラン量	第1種管理区域の室内空気中のウラン濃度を濃度限度と等しい3Bq/m ³ と保守的に仮定し、部屋を容積と濃度の積から算出	火山灰の堆積によって屋根が損傷し、建物内に設置される機器の損傷により漏えいするおそれのあるウラン量(高性能エアフィルタ及びSUS容器)
DR	第1類 金属製容器: 0.01 燃料棒・燃料集合体: 0.001 上記以外: 0.1 第2類・第3類 すべての設備・機器: 1 その他 固縛した廃棄物ドラム缶: 0.01	燃料棒: 0.001(飛来物の衝撃に対し、燃料棒は損傷しないものの保守的に設定) SUS容器: 1 高性能エアフィルタ: 1 廃棄物ドラム缶: 1	1(竜巻による建物の閉じ込め機能の喪失により第1種管理区域内に存在する空気中のウラン全てを対象)	高性能エアフィルタ: 1 SUS容器: 0.01(評価上損傷しないが、保守的に損傷を仮定)
ARF	気体: 1 液体(溶液): 2×10^{-5} 粉末(圧粉ペレットを含む) 落下事象: $\text{ARF} = 0.3573 \times \text{M}^{0.125} \times \text{H}^{2.37} / \text{BDp}^{1.02} *1$ 火災事象: 6×10^{-3} ペレット(圧粉ペレットを除く): 3×10^{-6} 燃料棒: 3×10^{-5} 燃料集合体: 3×10^{-5}	竜巻により影響を受けた後のウランの挙動については、設備・機器が落下することによる漏えいとした。ARF及びRF設定にあたって、文献をもとにウランの形態(粉末又は焼結ペレット)を考慮した。なお、落下高さが1mに満たない場合は、保守的に1mと仮定	1	火山灰の堆積による影響を受けた後のウランの挙動については、設備・機器が落下することによる漏えいとした。ARF及びRF設定にあたって、文献をもとにウランの形態(粉末)を考慮。なお、落下高さが1mに満たない場合は、保守的に1mと仮定
RF	気体: 1 液体(溶液): 1 粉末(圧粉ペレットを含む) 落下事象: 0.3 火災事象: 0.1 ペレット(圧粉ペレットを除く): 1 燃料棒: 1 燃料集合体: 1			
LPF	耐震重要度が第1類の建物: 0.1 転換工場、成型工場、組立工場、加工棟、放射線管理棟、除染室・分析室、第2核燃料倉庫、第3核燃料倉庫、シリンダ洗浄棟、劣化・天然ウラン倉庫 耐震重要度が第2類、第3類の建物: 1 第1廃棄物処理所、第2廃棄物処理所、原料貯蔵所*3、容器管理棟、第3廃棄物倉庫、廃棄物管理棟	1(建物が竜巻により損傷するため)	0.1(建物は損傷しないものの、保守的に仮定)	1(RC造屋根はコンクリートスラブが変形するものの、損傷孔が生じることはないと考えられるが、屋根の一部に亀裂が入ることを想定し、LPFを保守的に1と仮定。また、S造屋根が損傷する場合は、LPFを1と仮定)

*1 M: 粉末重量(kg)
 H: 落下高さ(m)(保守的に1m)
 BDp: 粉末嵩密度(kg/m³) 1,500kg/m³

*2 RC: 鉄筋コンクリート
 SRC: 鉄骨鉄筋コンクリート
 *3 原料貯蔵所の耐震重要度は第1類であるが、Sクラスに属する施設に求められる程度の地震力に対して安全裕度がないため、閉じ込め機能を全て喪失するものとした。

新規制基準の従来からの変更点

項目	ウラン加工施設安全審査指針(従来指針)から事業許可基準規則及びその解釈(新規制基準)への変更点
1.定義	<ul style="list-style-type: none"> ウラン加工施設安全審査指針では「安全上重要な施設」に対する要求であったが、事業許可基準規則解釈(以下、規則解釈)では、「安全上重要な施設を含む加工施設」に対する要求に広がった。 規則解釈に「過度の放射線被ばくを及ぼすおそれ」とは、「敷地周辺の公衆への実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えること」が明示。 事業許可基準規則に「安全機能を有する施設」という概念が追加。
2.核燃料物質の臨界防止	<ul style="list-style-type: none"> 規則解釈に「質量管理の十分な対策」の定義が明記。 規則解釈に「核的に安全な配置の維持」の定義が明記。 規則解釈に「バッチ処理の対策」が明記。 設工認技術基準に記載されていた「落下保持」が、規則解釈に明記。 事業許可基準規則で「臨界警報装置の設置を要求する対象」が明確化。臨界質量以上のウランを取り扱う施設が対象。
3.遮蔽等	<ul style="list-style-type: none"> 事業許可基準規則に「放射線業務従事者が設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができること」が追加。 規則解釈に「遮蔽計算の条件」が明記。
4.閉じ込めの機能	<ul style="list-style-type: none"> 規則解釈に「閉じ込め」の定義が明記。(腐食対策、検知機能等) 規則解釈に「六ふっ化ウランを取り扱う設備の漏えい拡大防止」が明記。
5.火災等による損傷の防止	<ul style="list-style-type: none"> 規則解釈に米国の「放射性物質取扱施設の火災防護に関する基準」を参考とすることという記載が入った。 消火設備による「安全上重要な施設への影響防止」が追加。
6.安全機能を有する施設の地盤	<ul style="list-style-type: none"> 「耐震重要施設と要求事項」が追加。
7.地震による損傷の防止	<ul style="list-style-type: none"> 「耐震重要度分類ごとの割り増し係数」が変更。 「Sクラスの基準(=ウラン加工施設の安全上重要な施設)」が規則解釈に追加。 規則解釈に地震力に十分に耐える定義として、「弾性範囲の設計」が明記。 安全上重要な施設は、「Sクラスに分類及びSクラスの基準(敷地周辺の公衆の実効線量が発生事故当たり5mSvを超える)」が追加。
8.津波による損傷の防止	<ul style="list-style-type: none"> 規則解釈で「津波に対する要求」が明確化。

新規制基準の従来からの変更点

項目	ウラン加工施設安全審査指針(従来指針)から事業許可基準規則及びその解釈(新規制基準)への変更点
9.外部からの衝撃による損傷の防止	<ul style="list-style-type: none"> ・規則解釈で「想定される自然事象(竜巻、落雷、火山の影響、生物学的影響、森林火災)」が明確化。 ・事業許可基準規則に「人為事象が追加され、規則解釈で、飛来物(航空機落下等)、近隣工場の火災、電磁的障害等)」が明記。
10.加工施設への人の不法な侵入等の防止	<p><新規追加項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「人の不法侵入等への防護」が追加。
11.溢水による損傷の防止	<p><新規追加項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「溢水に対する防護」が追加。
12.誤操作の防止	<p><新規追加項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「誤操作の防止措置」が追加。 ・「安全上重要な施設の操作性」が追加。
12.誤操作の防止	<p><新規追加項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「誤操作の防止措置」が追加。 ・「安全上重要な施設の操作性」が追加。
13.安全避難通路等	<ul style="list-style-type: none"> ・事業許可基準規則に「設計基準事故時に対する照明及びその専用電源の設置要求」が追加。
14.安全機能を有する施設	<p><新規追加項目></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「設計基準事故時の環境条件への対応」が追加。 ・「クレーン等の飛来物に対する防護」が追加。
15.設計基準事故の拡大の防止	<ul style="list-style-type: none"> ・「設計基準事故の評価」が追加。
16.核燃料物質の貯蔵施設	<p><新規追加項目></p>
17.廃棄施設	<ul style="list-style-type: none"> ・規則解釈に50 μ Sv/年:参考値が明記。

新規制基準の従来からの変更点

項目	ウラン加工施設安全審査指針(従来指針)から事業許可基準規則及びその解釈(新規制基準)への変更点
18.放射線管理施設	<ul style="list-style-type: none"> ・事業許可基準規則に「放射線管理に必要な情報の表示」が追加。
19.監視設備	<ul style="list-style-type: none"> ・規則解釈に「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」を参考とするという記載が入った。 ・規則解釈に「モニタリングポストに関する記載(非常用電源設備に接続されていること、伝送系の多様性)」が追加。 ・「加工施設及びその境界付近における放射性物質濃度及び設計基準事故時の対応に必要な情報の表示」が追加。
20.非常用電源設備	<ul style="list-style-type: none"> ・変更及び追加なし。
21.通信連絡設備	<ul style="list-style-type: none"> ・事業許可基準規則に「設計基準事故に対処する通信連絡設備の多様性」が追加。
22.重大事故等の拡大の防止等	<p>＜新規追加項目＞</p>

耐震重要度分類

耐震重要度分類	内容	地震力 (建物・構築物)	地震力 (設備・機器)
Sクラス	<p>a)ウランを非密封で大量に取り扱う設備・機器であって、その破損による公衆への放射線の影響が大きい施設</p> <p>b)上記a)に関連する設備・機器で放射性物質の外部への放射を抑制するための設備・機器</p> <p>c)上記a)及びb)の設備・機器の機能を確保するために必要な施設上記に規定する「環境への影響が大きい」とは、敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5ミリシーベルトを超えることをいう。</p>	<p>水平地震力は、地震層せん断力係数C_{il}に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定</p> <p>Sクラス 3.0</p>	<p>地震層せん断力係数C_{il}に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び上記①の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度</p>
第1類	<p>非密封ウランを取り扱う設備・機器及び非密封ウランを閉じ込めるための設備・機器並びに臨界安全上の核的制限値を有する設備・機器及びその制限値を維持するための設備・機器であって、その機能を失うことによる影響の大きい設備・機器をいう。なお、これらの設備・機器を収納する建物・構築物を含む。</p>	<p>静的地震力は、建築基準法施行令第88条に規定する地震層せん断力係数C_{il}に、耐震重要度に応じて下記に示す割り増し係数を乗じて算定</p> <p>【割り増し係数】</p> <p>第1類 1.5以上 第2類 1.25以上 第3類 1.0以上</p>	<p>【一次設計】</p> <p>地震層せん断力係数C_{il}に、耐震重要度に応じて上記に示す割り増し係数を乗じたものに20%増しして算定</p>
第2類	<p>非密封ウランを取り扱う設備・機器及び非密封ウランを閉じ込めるための設備・機器並びに臨界安全上の核的制限値を有する設備・機器及びその制限値を維持するための設備・機器であって、その機能を失うことによる、影響が小さいもの及び化学的制限値又は熱的制限値を有する設備・機器をいう。なお、これらの設備・機器を収納する建物・構築物を含む。</p>	<p>静的地震力は、建築基準法施行令第88条に規定する地震層せん断力係数C_{il}に、耐震重要度に応じて下記に示す割り増し係数を乗じて算定</p> <p>【割り増し係数】</p> <p>第1類 1.5以上 第2類 1.25以上 第3類 1.0以上</p>	<p>【二次設計】</p> <p>第1類については、上記の一次設計に加え、二次設計を行うこと。この二次設計に係る二次地震力は、一次地震力に1.5以上を乗じたものとする。</p>
第3類	<p>第1類に属する施設及び第2類に属する施設以外の一般産業施設と同等の安全性が要求される施設をいう。</p>		

竜巻（フジタスケール）の風速と想定される被害程度

フジタスケール	風速	被害程度
F0	17～32m/s	被害は比較的軽微 ・ 煙突の損傷、木の枝が折れる、根の浅い木が傾く、道路標識の損傷など
F1	33～49m/s	中程度の被害 ・ 屋根がはがされたり、自動車で引く移動住宅などは壊れたりひっくり返ったりする ・ 移動中の自動車は道から押し出される。壁続きのガレージは破壊される
F2	50～69m/s	大きな被害 ・ 家の壁ごと屋根が飛び、強度の弱い木造住宅や移動住宅などは破壊され、貨車は脱線したりひっくり返ったりし、大木でも折れたり根から倒れたりする ・ 軽いものはミサイルのように飛び、車は横転したり数十メートル程度飛んだりする
F3	70～92m/s	重大な被害 ・ 建て付けの良い家でも屋根と壁が吹き飛ぶ ・ 列車は脱線転覆、森の大半の木は引っこ抜かれ、ダンプカー等の重い車両でも地面から浮いて飛んだりする

津波レベル

レベル	発生頻度	被害程度
L1	最大クラスの津波に比べて高い	津波高は低いものの大きな被害をもたらす
L2	極めて低い	発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラス

外的事象の選定

○：資料に記載されている事象()は資料中の表現
 ◎：選定した事象
 ×：選定しなかった事象

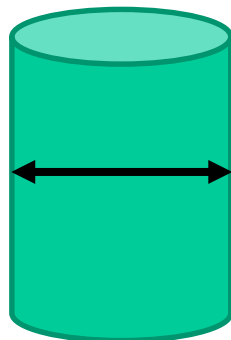
事象	事業許可基準 規則解釈	IAEA安全基準(NS-R-5)	選定結果	×の理由	
自然現象	洪水	○	○	◎	-
	風(台風)	○	○	◎	-
	竜巻	○	○	◎	-
	ハリケーン	-	○	×	「竜巻」の影響評価に包絡される
	サイクロン	-	○	×	「竜巻」の影響評価に包絡される
	砂塵嵐	-	○	×	加工施設周辺に砂漠や砂丘はないため起こりえない
	砂嵐	-	○	×	加工施設周辺に砂漠や砂丘はないため起こりえない
	極端な高温	-	○	×	極端な高温による加工施設への影響は考えられない
	極端な湿度	-	○	×	極端な湿度による加工施設への影響は考えられない
	凍結	○	○(極端な低温)	◎	-
	氷晶	-	○	×	氷晶による加工施設への影響は考えられない
	降水	○	○(雨)	◎	-
	あられ、氷	-	○	×	あられ、氷による加工施設への影響は考えられない
	積雪	○	○(雪)	◎	-
	落雷	○	○(雷)	◎	-
	地滑り	○	-	◎	-
	火山の影響	○	○(火山の噴火) ○	◎	-
	生物学的事象	○	(陸域、水域の動植物相の影響(取水口と排水口が目詰まりや構築物の破損に結び付く))	◎	-
森林火災	○	○(自然火災)	◎	-	
人為事象	飛来物(航空機落下等)	○	○(航空機の落下)	◎	-
	飛来物の衝突(周囲の施設における構造上の及び/又は機械的な破損から発生)	-	○	×	加工施設の周辺に大きな工場はなく、飛来物による影響は考えられない
	ダムの崩壊	○	○(洪水(ダムの決壊))	◎	-
	洪水(川の堰止)	-	○	×	「ダムの崩壊」の影響評価に包絡される
	爆発	○	○	◎	-
	近隣工場等の火災	○	(火災、爆発又は腐食性や有害物質の放出(周囲の産業施設や軍事施設又は輸送基盤からの))	◎	-
	有毒ガス	○	-	◎	-
	船舶の衝突	○	-	◎	-
電磁的障害	○	-	◎	-	
電源喪失	-	○	×	事業許可基準規則第20条(非常用電源設備)で考慮する	

ウラン加工施設における単一ユニットは、技術的にみて想定されるいかなる場合でも、単一ユニットの形状寸法、質量、容積、溶液濃度の制限及び中性子吸収材の使用等並びにこれらの組合せによって核的に制限することにより臨界を防止する対策を講じる。

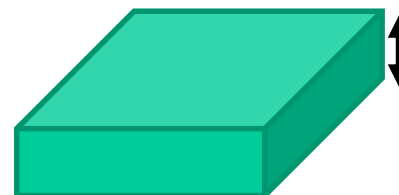
臨界安全管理(1/3)

■ 形状寸法管理

各単一ユニットに対し、設備・機器の形状寸法又は容積(以下、「形状寸法」という。)を制限するものについては、形状寸法で核的制限値を設定



直径制限
例: 沈殿槽等

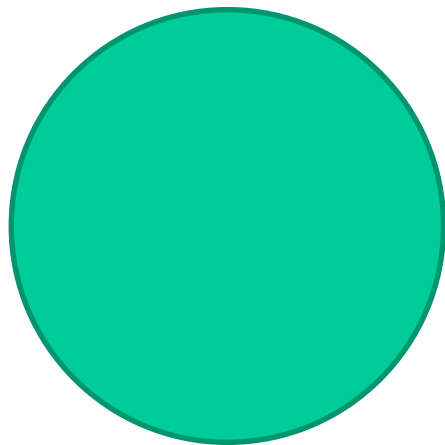


厚み制限
例: ペレット貯蔵棚

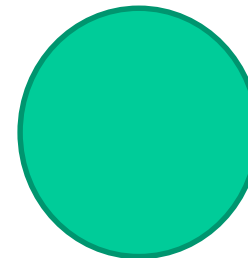
臨界安全管理(2/3)

■ 質量管理

質量の核的制限値を設定する設備・機器は、二重装荷のおそれを考慮し、核的制限値は推定臨界下限値の1/2以下とし、インターロック機構により質量制限値以下であることが確認されなければ、次の工程に進めないようにする措置又はウランの質量のダブルチェックを行う。



臨界質量
(推定臨界下限値)



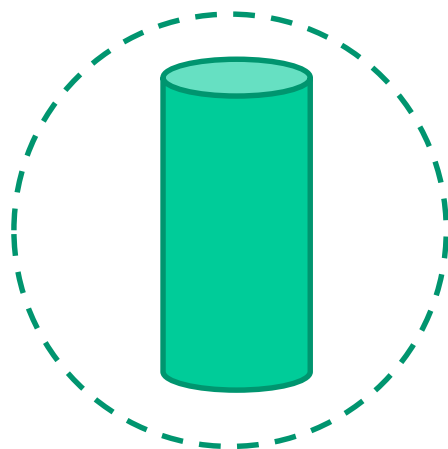
1/2質量未満
(核的制限値)

臨界安全管理(3/3)

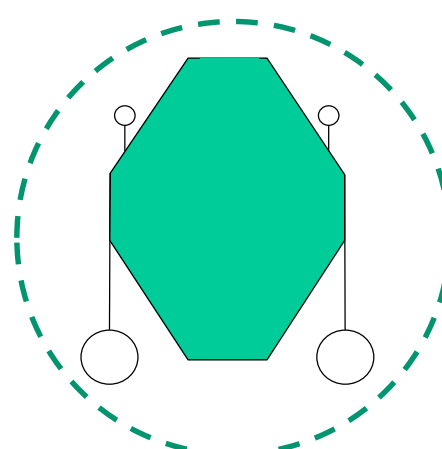
■ 形状(質量)+減速度管理

核的制限値を減速条件で設定したウランを事業所内に受け入れる場合は、材料証明書により減速条件を確認。

加工施設内で熱処理を行うことにより減速条件について核的制限値を設定する設備・機器は、核的制限値に対して十分な裕度を持った操業条件とし、進展防止としてインターロック機構等により、適切な熱処理条件が確実に行われることを管理。また、取り扱う核燃料物質に水が浸入しない構造又は管理とする。



例:UF₆シリンダ



例:大型粉末容器

飛来物に対する設計概要

○敷地内からの飛来物

設計方針	飛来物候補	対 策
固縛又は飛来距離範囲外への移動により、建物／設備・機器への飛来物を発生させない。	鋼製材	離隔（飛来距離範囲外での保管）
	乗用車(セダン)	固縛又は退避（飛来距離範囲外への移動）
	乗用車(ワゴン)	固縛又は退避（飛来距離範囲外への移動）
	タンクローリー	固縛又は退避（飛来距離範囲外への移動）
	エアコン室外機	固縛
	電気盤	固縛
	プレハブ物置	固縛
	消火器保管箱	固縛
	屋外機器カバー	固縛

○敷地外からの飛来物

(注)飛来距離は裕度をもって、計算値の10%増しとした。()内数値は計算値

飛来物候補	飛来高さ	飛来距離	エネルギー	対 策
	(m)	(m)	(kJ)	
乗用車(セダン)	4.3	93 (84)	1,043	<ul style="list-style-type: none"> ・公道からの車両に対しては防護フェンスを設置 ・民家から飛来するプレハブ物置に対しては建物で防護 ・屋根が損傷する建物は防護ネットを設置 <p><敷地周辺の民家等からの飛来は、確率的にも低く加工施設の建物との間には一般建物が存在し、実際には一般建物により飛来物が衝突して減速する効果も期待できるが、保守的に以下のとおり対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ・民家の駐車場等からの車両に対しては建物の外壁を補強 ・転換工場東側平屋構造部は、防護ネットを設置
乗用車(ワゴン)	4.9	105 (95)	1,710	
軽トラック	8.2	176 (160)	944	
4tトラック	3.9	79 (71)	2,880	
15tトラック	3.4	65 (59)	5,074	
プレハブ物置	27.8	233 (211)	1,217	

$$\text{ウラン放出量} RQ = \text{MAR} \times \text{DR} \times \text{ARF} \times \text{RF} \times \text{LPF}$$

MAR: 影響を受ける可能性のあるウラン量
 DR: 影響を受ける割合
 ARF: 雰囲気中に放出され浮遊する割合
 RF: 肺に吸入される浮遊性微粒子の割合
 LPF: 環境中に漏れ出る割合

$$\text{公衆の実効線量} E = RQ \times (\chi/Q) \times M \times K$$

χ/Q : 相対濃度
 M: 呼吸率(文献より1.2m³/h)
 K: 実効線量係数

	UF ₆ ガスの漏えい	ウラン粉末の漏えい(加圧機器からの漏えい)	ウラン粉末の漏えい(容器落下による漏えい)	ウラン粉末の漏えい(火災による漏えい)	ウラン粉末の漏えい(水素爆発による漏えい) ³⁾	ウランペレットの漏えい(水素爆発による漏えい)	気体廃棄設備停止による空气中ウランの漏えい
MAR (kgU)	1.6 × 10 ³ : UF ₆ シリンダの最大充填量	7.2 × 10 ¹ : ウラン粉末の取扱量	1.6 × 10 ¹ : ウラン粉末の収納量	2.7 × 10 ¹ : ウラン粉末の最大取扱量	3.0 × 10 ¹ : ロータリーキルン最大取扱量	4.2 × 10 ² : 連続焼結炉最大取扱量	3.3 × 10 ⁴ : 空気中のウラン濃度を保守的に濃度限度(3 × 10 ⁻⁹ Bq/cm ³)と同等と仮定し、第1種管理区域の室内容積1.1 × 10 ⁴ m ³ と掛け合わせて求めた
DR	4.2 × 10 ⁻³ : 漏えい部の圧力0.4MPaGにおける漏えい率が14.2kgUF ₆ /分であること及び漏えい検知してから遮断弁閉止までの40秒間の漏えいを仮定することにより漏えい量は6.4kgUとなり、UF ₆ シリンダの最大充填量に対する割合は4.2 × 10 ⁻³	1	1: 保守的に全量漏えいを仮定	1: 保守的に全量が影響を受けると仮定	1	0.4: 設備内のウラン粉末の成形体の割合	1
ARF	1	5 × 10 ⁻³ ¹⁾ : 爆燃事象と同等の飛散を想定	2.97 × 10 ⁻⁴ ¹⁾ : 床面に衝突して破損・漏えいするため落下高さを1mと仮定	6 × 10 ⁻³ ¹⁾ : 火災事象を想定	5 × 10 ⁻³ ¹⁾	5 × 10 ⁻³ ¹⁾	1
RF	1	0.3 ¹⁾	0.3 ¹⁾	0.1 ¹⁾ : 火災事象を想定	0.3 ¹⁾	0.3 ¹⁾	1
LPF	3 × 10 ⁻⁷ : スクラブによる捕集効率99%及びセルフコンテント型HEPAフィルタ2段による捕集効率99.997% ²⁾ を考慮	3 × 10 ⁻⁵ : セルフコンテント型HEPAフィルタ2段による捕集効率99.997% ²⁾ を考慮	1 × 10 ⁻³ : バンク型HEPAフィルタ1段による捕集効率99.9% ²⁾ を考慮	1 × 10 ⁻³ : バンク型HEPAフィルタ1段による捕集効率99.9% ²⁾ を考慮	3 × 10 ⁻⁵ : 爆風圧の評価結果より設備機器が破損しないため、セルフコンテント型HEPAフィルタ2段による捕集効率99.997% ²⁾ を考慮	1 × 10 ⁻³ : バンク型HEPAフィルタ1段による捕集効率99.9% ²⁾ を考慮	0.1: 室内空気1割が漏れると保守的に仮定
ウラン比放射能 (Bq/kgU)	1.44 × 10 ⁸ : 5%濃縮ウラン(再生濃縮ウランは取扱わない)	3.3 × 10 ⁸ : 5%濃縮ウラン(再生濃縮ウラン)	1.44 × 10 ⁸ : 5%濃縮ウラン(再生濃縮ウランは取扱わない)	1.44 × 10 ⁸ : 5%濃縮ウラン(再生濃縮ウランは取扱わない)	3.3 × 10 ⁸ : 5%濃縮ウラン(再生濃縮ウラン)	1.44 × 10 ⁸ : 5%濃縮ウラン(再生濃縮ウランは取扱わない)	1.44 × 10 ⁸ : 5%濃縮ウラン(再生濃縮ウランは取扱わない)
相対濃度(s/m ³)	1.85 × 10 ⁻³	1.95 × 10 ⁻³	9.62 × 10 ⁻³	9.62 × 10 ⁻³	1.85 × 10 ⁻³	9.62 × 10 ⁻³	9.95 × 10 ⁻³
実効線量係数 (mSv/Bq)	6.4 × 10 ⁻⁴	6.8 × 10 ⁻³	6.8 × 10 ⁻³	6.8 × 10 ⁻³	6.8 × 10 ⁻³	6.8 × 10 ⁻³	6.8 × 10 ⁻³

1) (独)原子力安全基盤機構, "ウラン加工施設総合安全解析 (ISA) 実施手順書等の整備に関する報告書", 11 廃輸報-0003, 平成23 年8 月
 2) 科学技術庁, "ウラン加工施設安全審査指針関連 資料集", 昭和62 年4 月
 3) ロータリーキルンに空気が混入した場合でも、運転時は炉内が高温に加熱されているため、混入した空気はただちに燃焼する。従って、爆発雰囲気を形成しないことから爆発には至らないと想定されるが、保守的に爆発の発生を仮定した。
 なお、爆発は発生しないが、さらに保守的に爆轟の発生によりロータリーキルン本体が損傷し、ウラン粉末が室内に漏えいすると仮定した場合でも、漏えいしたウラン粉末は室内排気系統を通じて高性能エアフィルタ1段により捕集(捕集効率99.97%)されるため、このとき公衆被ばくの評価結果は3 × 10⁻³mSvであり、5mSvより十分小さい。

事故対応のための主な資機材(1/7)

【資機材数量の考え方】

- A: 使用する要員または必要とする数量に加え、消耗等を考慮し予備を必要とするもので、代替の保管数量も有するもの
例: 汚染防護服
- B: 使用する要員または必要とする数量に対し、予備品は必要としないもので、代替の保管数量も有するもの
例: 消防服
- C: 要員に付与または設備に固定され、予備までは必要としないもの
例: 固定式測定器(排気塔モニタ)

資機材の種類		数量の考え方※	保管／設置場所	点検頻度	点検内容	
UF ₆ 漏えい 対応資機材	防護用器具	呼吸用ボンベ付一体型 防護マスク	C	防災資機材保管場所、成型工場一時退避場所、放射線 管理棟更衣室	1回/月	外観、員数、 機能
		化学防護服 (耐HF仕様)	C	防災資機材保管場所、成型工場一時退避場所、放射線 管理棟更衣室	1回/月	外観、員数
		HF吸収缶付半面マスク	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所(注1)	1回/月	外観、員数
		ゴーグル	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所(注1)	1回/月	外観、員数
		簡易化学防護服	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
	通信連絡	無線機	C	転換工場	1回/年	機能
		一斉放送設備	C	転換工場	1回/年	機能
		化学防護服用携帯電話	C	転換工場	1回/月	外観、員数、 充電確認
		化学防護服用イヤホン	C	転換工場	1回/月	外観、員数

(注1) 従事者の常時携行品は除く。

事故対応のための主な資機材(2/7)

資機材の種類		数量の考え方※	保管／設置場所	点検頻度	点検内容	
UF ₆ 漏えい 対応資機材	その他 機材	車輪付担架	C	転換工場	1回/月	外観
		担架	C	転換工場	1回/月	外観
		携行HF検知器	B	防災ルーム、代替防災ルーム、転換工場	1回/月 1回/年	外観、員数 機能
		HFガス採取器 (測定用)	B	防災ルーム、代替防災ルーム、成型工場一時退避 場所	1回/月	外観、員数
		目張りシート (シャッター)	C	転換工場、除染室・分析室	1回/月	外観
		目張り用テープ	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所、 成型工場一時退避場所	1回/月	外観、員数
		養生用シート(目張り シート兼用)	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所、 成型工場一時退避場所	1回/月	外観、員数
		圧潰工具	C	成型工場一時退避場所	1回/月	外観、員数
		ボイスレコーダー	C	転換工場	1回/月	外観
		脚立	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		エタノール溶液	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/年	員数
		ベノキシール点眼液	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/年	員数
カルチコール注射液	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/年	員数		

事故対応のための主な資機材(3/7)

資機材の種類		数量の考え方※	保管／設置場所	点検頻度	点検内容	
火災対応 資機材	消 火 用 資 機 材	可搬消防ポンプ	C	可搬消防ポンプ置き場	1回/月 1回/6月	外観 機能
		可搬消防ポンプ用吹管	C	可搬消防ポンプ置き場	1回/月	外観
		消防用ホース	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		ホースノズル(管鎗)	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		消防服	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		粉末消火器	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所 (注2)	1回/月	外観、員数
		泡消火剤	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		泡消火剤用専用 ノズル	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		大型消火器 (100型、50型)	C	各施設の屋外置き場	1回/月	外観、員数
		屋外消火栓設備	C	敷地内	1回/6月	機能
		防火水槽	C	敷地内	1回/6月	機能
		酸素濃度計	C	転換工場	1回/年	機能

(注2)加工施設内に設置しているものは除く。

事故対応のための主な資機材(4/7)

資機材の種類		数量の考え方※	保管／設置場所	点検頻度	点検内容	
降下火砕物除去対応資機材	除灰用資機材	ハンドホー	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		搭載スコップ	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		ブルーシートロール	C	防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		ポリエステルロープドラム巻き	C	防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		エステルロープ(命綱)	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		竹箒	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		土嚢袋	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		防塵マスク	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		ゴーグル	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		軍手	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		長靴	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
		ヘッドライト	C	防災資機材保管場所	1回/年	外観、員数
		パラペットスタンション	C	防災資機材保管場所	1回/年	外観、員数

事故対応のための主な資機材(5/7)

資機材の種類		数量の考え方※	保管／設置場所	点検頻度	点検内容		
共通資機材	非常用通信機器	緊急時電話回線	C	防災ルーム(オフサイトセンター専用、県災害時優先)	1回/月	機能	
			C	警備所(警察災害時優先)			
		ファクシミリ装置	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/月	機能	
		携帯電話	C	要員が所持	訓練の都度	機能	
		消防署専用回線(東海村、那珂市)	C	警備所	1回/月	外観、機能	
		緊急呼出装置(EMC)	C	警備所	訓練の都度	機能	
		無線機	A	防災ルーム、代替防災ルーム、警備所	1回/年	機能	
		衛星電話	C	事業所内各所(内線電話経由)	1回/月	外観	
	C		防災ルーム(携帯電話)	1回/月	外観、充電確認		
		放送設備	C	防災ルーム、代替防災ルーム、警備所	1回/年	機能	
		モニタリングポスト	C	周辺監視区域境界	1回/年	機能	
		放射線計測器		転換工場、成型工場、加工棟、第3核燃料倉庫、シリンダ洗浄棟、第1廃棄物処理所	1回/年	機能	
			固定式測定器(排気塔モニタ)	C			
			ガンマ線測定用可搬式測定器	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能
	中性子線測定用可搬式測定器		B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能	
	空間放射線積算線量計	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能		
	表面密度測定用可搬式測定器	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能		

事故対応のための主な資機材(6/7)

資機材の種類			数量の考え方※	保管／設置場所	点検頻度	点検内容	
共通資機材	放射線計測器	可搬式ダスト測定 関連機器	サンブラ	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能
			測定器	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能
		可搬式放射性ヨウ素 測定関連機器	サンブラ	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能
			測定器	B	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能
		個人用外部被ばく線量定器		A	防災ルーム、代替防災ルーム	1回/年	機能
	放射線障害防護用具	呼吸用ポンベ付一体型防護マスク		A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、機能
		汚染防護服		A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
	その他機材	フィルタ付防護マスク (半面マスク)		A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所 (注1)	1回/月	外観、員数
		ゴーグル		A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所 (注1)	1回/月	外観、員数
		フィルタ付防護マスク (全面マスク)		A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
	ヨウ素剤		A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/年	員数	
	梯子		B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数	

(注1) 従事者の常時携行品は除く。

事故対応のための主な資機材(7/7)

資機材の種類		数量の考え方※	保管／設置場所	点検頻度	点検内容
共通資機材	投光器	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
	ポータブル発電機	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
	除染用具	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
	集塵機	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所（注3）	1回/月	外観
				1回/6月	機能
	固着剤	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所（注3）	1回/月	外観、員数
	散布装置	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所（注3）	1回/月	外観
				1回/6月	機能
	懐中電灯	A	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所（注2）	1回/月	外観、員数
	担架	B	防災資機材保管場所、予備防災資機材保管場所	1回/月	外観、員数
防災テント	C	事務本館（注3）	1回/月	外観	
被ばく者の輸送のために使用可能な車両	C	敷地内駐車場	1回/6月	法定点検	

（注2）加工施設内に設置しているものは除く。

（注3）今後整備予定。

新規制基準の保安規定への反映状況

- ◆ 第1回(2019年3月28日変更認可済み)
 - ・火災及び爆発、火山活動(降灰)、その他の自然現象、重大事故に至るおそれがある事故及び大規模損壊発生時の保全活動に関する措置の追加
 - ・廃棄物管理棟に係る事項の追加

- ◇ 第2回(2019年9月頃申請予定)
 - ・可燃物の持ち込み管理及び保管管理に関する事項の追加
 - ・竜巻発生時の工程の停止措置に係る事項の追加
 - ・撤去設備に係る事項の削除
 - ・新規制基準対応工事に係る事項の追加

- ◇ 第3回(2020年8月頃申請予定)
 - ・消火活動に係る資機材の分散配置に関する事項の追加
 - ・外部火災対策に係る事項の追加
 - ・溢水防護区画の設定及び溢水検知時の措置に係る事項の追加
 - ・非常用電源設備に係る事項の追加
 - ・重大事故等発生時の予備の活動拠点及び資機材の分散配置に関する事項の追加

操業再開に向けた安全確保の取り組み

◇ 設備総点検

設備に関しては、長期間の停止に伴う劣化等の影響を考慮し、総点検を実施。総点検に当たっては、設備の管理状態、経年変化調査結果及び故障モードを考慮し、安全機能の健全性を確認する上で必要な点検項目を抽出。抽出した点検項目について、設備の状態(劣化、腐食等)及び機器の動作を確認し、機器単体の機能が健全であること並びに系統からの漏えい防止及びインターロック(安全機構)作動等、システム全体での機能を確認。

◇ 作業員に対する教育・訓練

操業休止に伴い、操作員の技量(スキル)の一時的な低下及び新たに取り組む事項等に対する習熟を考慮し、操作員の技量レベルに応じた教育内容や教育期間を明確化し、設備等の操作全般に関する再教育・訓練を実施。

<具体例>

- ・作業資格の再認定
- ・規定類・要領書類の再教育
- ・異常時対応訓練
- ・班長、リーダーに対する教育