

新規制基準を踏まえた安全対策について

2021. 8. 5

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	加工施設と原子力発電所の比較.....	10
IV	安全上重要な施設の有無の評価.....	12
V	新規制基準を踏まえた安全対策.....	14
VI	設計基準事故の選定及び評価.....	22
VII	事故対応・体制等の強化.....	25
VIII	新規制基準適合へ向けた対応状況.....	29
IX	生産再開に向けた取り組み.....	32

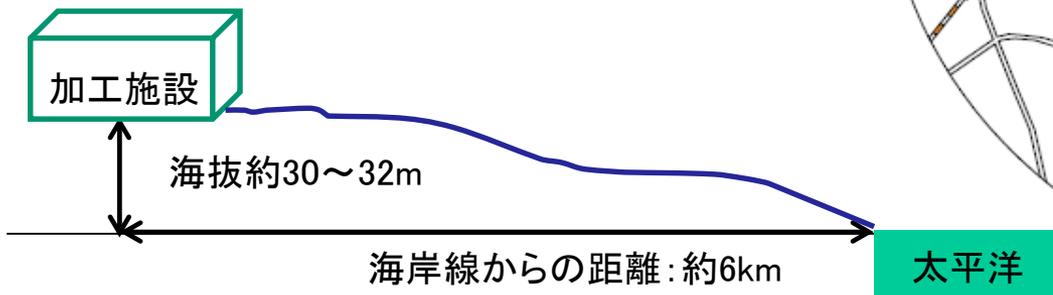
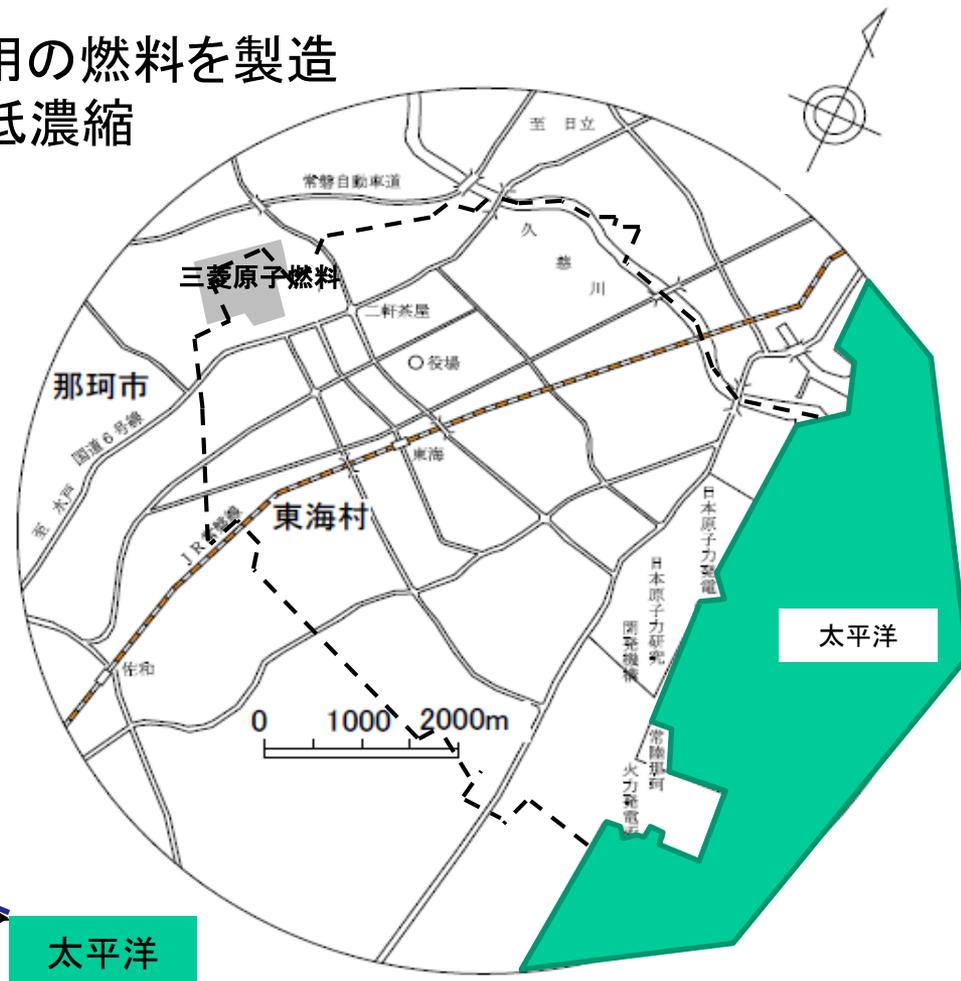
I 加工施設の概要

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



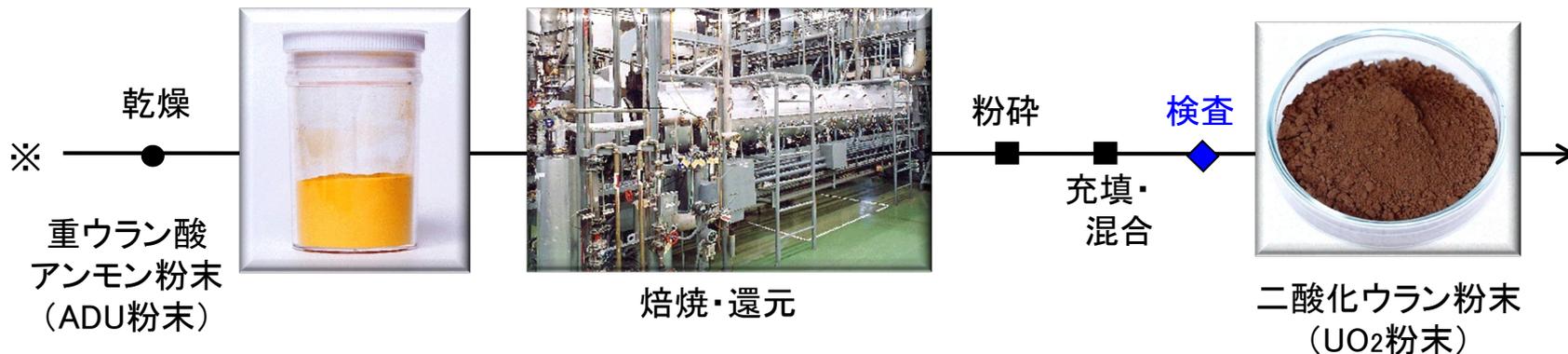
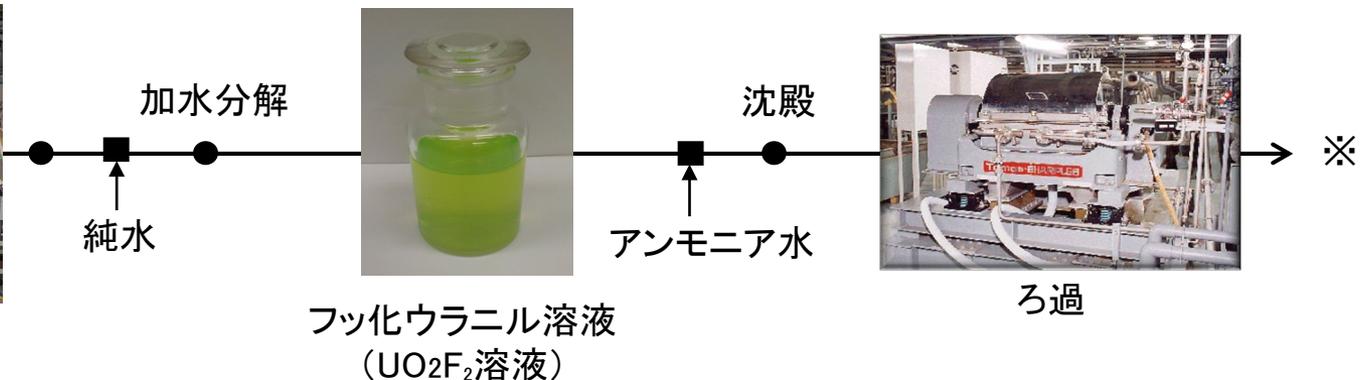
原料: 六フッ化ウラン (UF₆)

物性: 常温固体 (昇華点 56.5°C)

気体状のUF₆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 (UF₆+2H₂O→UO₂F₂+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

※

※

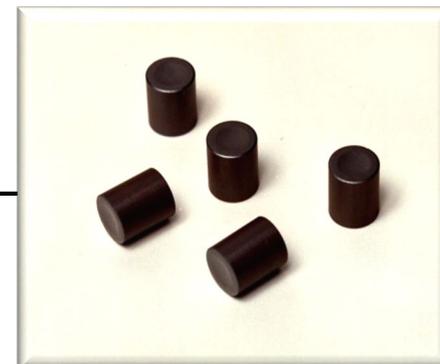


焼結



研削

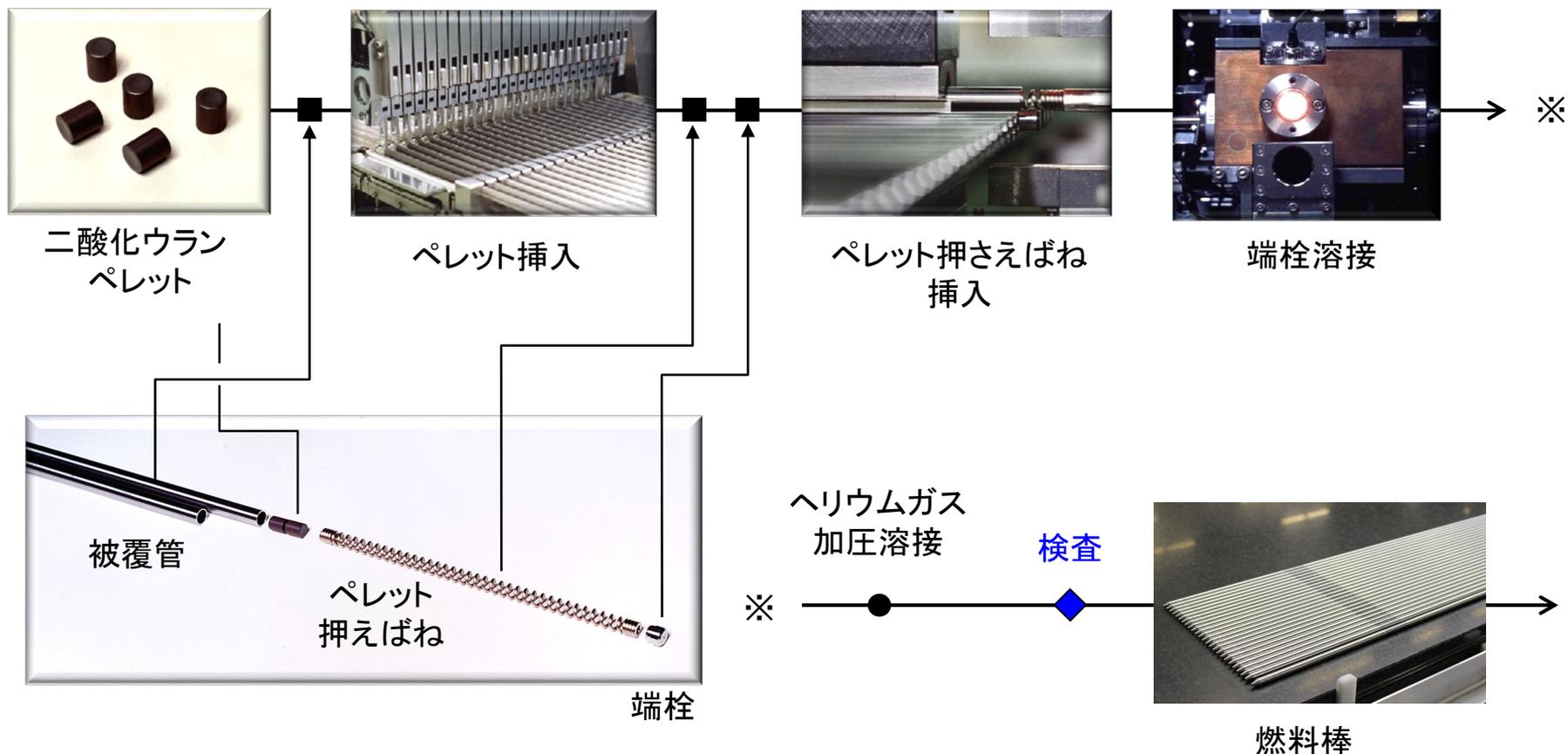
検査



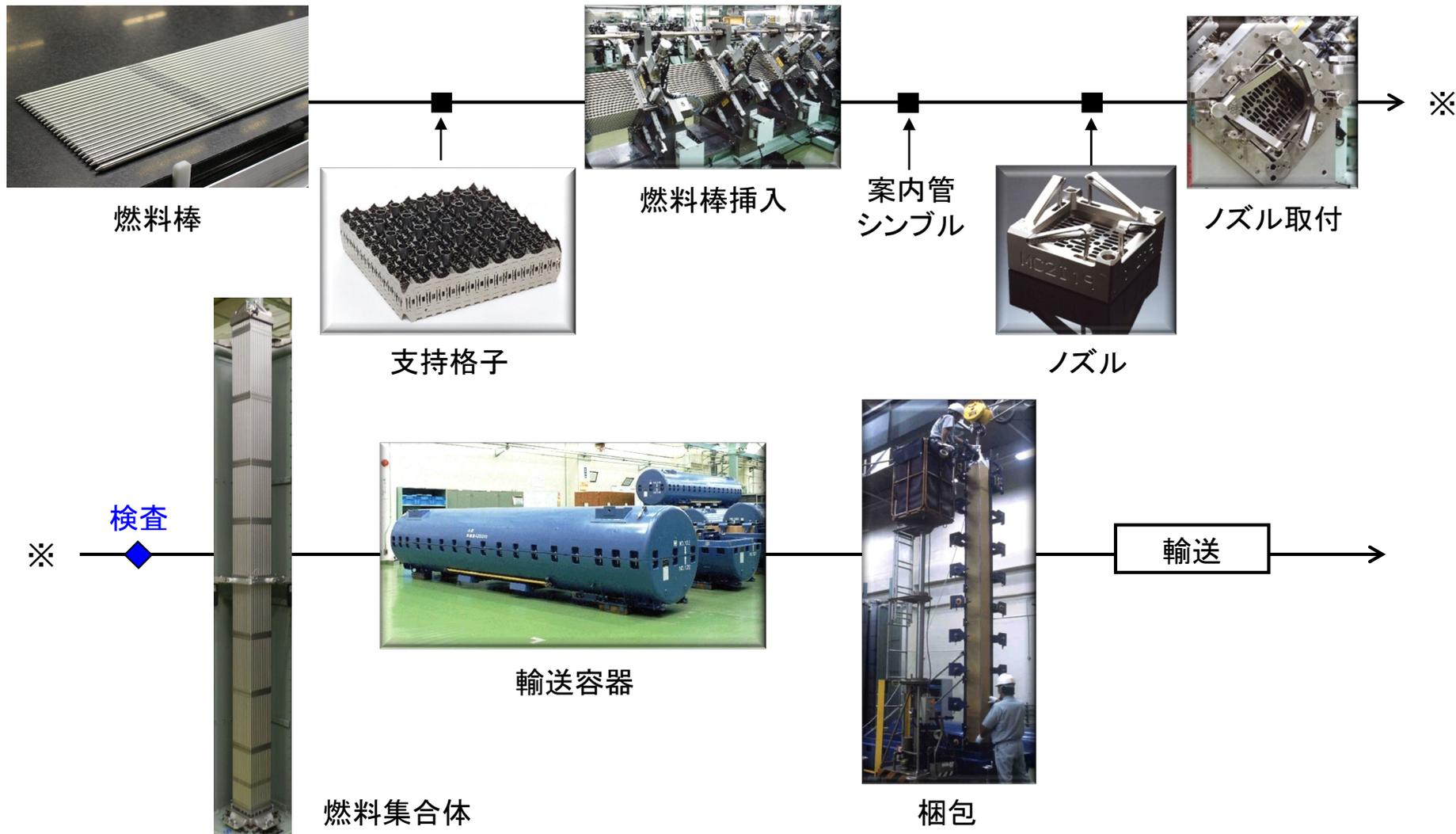
二酸化ウランペレット

→

燃料棒組立工程



燃料集合体組立工程



Ⅲ 加工施設と原子力発電所の比較

- 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。
- 放射線照射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	原子炉で反応前のウラン (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

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規制基準等への適合性の確認にあたっては、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、構造及び設備に関する規則」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

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	添付資料 添付1-1
	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	
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	添付資料 添付1-2 添付1-3 添付1-4 添付1-5

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。	添付資料 添付1-6
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含)	

新規制基準を踏まえた主な対応(3/6)

許可基準規則	従来の対策 (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	添付資料添付1-7
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 	添付資料添付1-8
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	添付資料 添付1-9
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)	

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	
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	添付資料 添付1-10
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	添付資料 添付1-10
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	添付資料 添付1-11 添付1-12 添付1-13

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**するために設計基準事故を選定し評価
- 加工施設の特徴で示したように、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^{注1}**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

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> 。	添付資料 添付2-1 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> 。	添付資料 添付2-2 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> 。	添付資料 添付2-3 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> 。	添付資料 添付2-4 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> 。	添付資料 添付2-5 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> 。	添付資料 添付2-6 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	添付資料 添付2-7 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)

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**

※ 今年度の教育・訓練計画は、添付資料（添付3-1～添付3-3）参照

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**することにより防災機能を強化

また、新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として、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて、次の改善を行った**新たな緊急時対策室(防災ルーム)**を設置

- ・効果的な防災活動のためのレイアウト整備
- ・情報共有化を図るための大型スクリーン設置
- ・緊急時通信回線として衛星電話を常設
- ・非常用電源設備からの電力供給整備

また、緊急時対策室(防災ルーム)が使用できなくなる場合に備えて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



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）



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」

事業許可

- 平成26年 1月、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。
- 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、安全機能を有する施設の明確化、安全性向上のための更なる追加対策等について、加工事業変更の申請内容に反映。
- 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。

設計及び工事の計画の認可（設工認）

- 許可された安全対策のハード対策については、設工認を7段階に分けて申請し、最終7次が令和3年6月に認可、工事は最終段階。並行して、原子力規制庁の工事完了検査を受検中。

保安規定

- 許可された安全対策のソフト対策については、保安規定に段階的に反映中。令和3年7月に最終申請を行い、現在審査中。

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	2021
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	設工認審査		6/1 設工認(7次)認可
安全対策工事			耐震・竜巻等補強工事		
保安規定の改定			耐震・竜巻等補強工事		

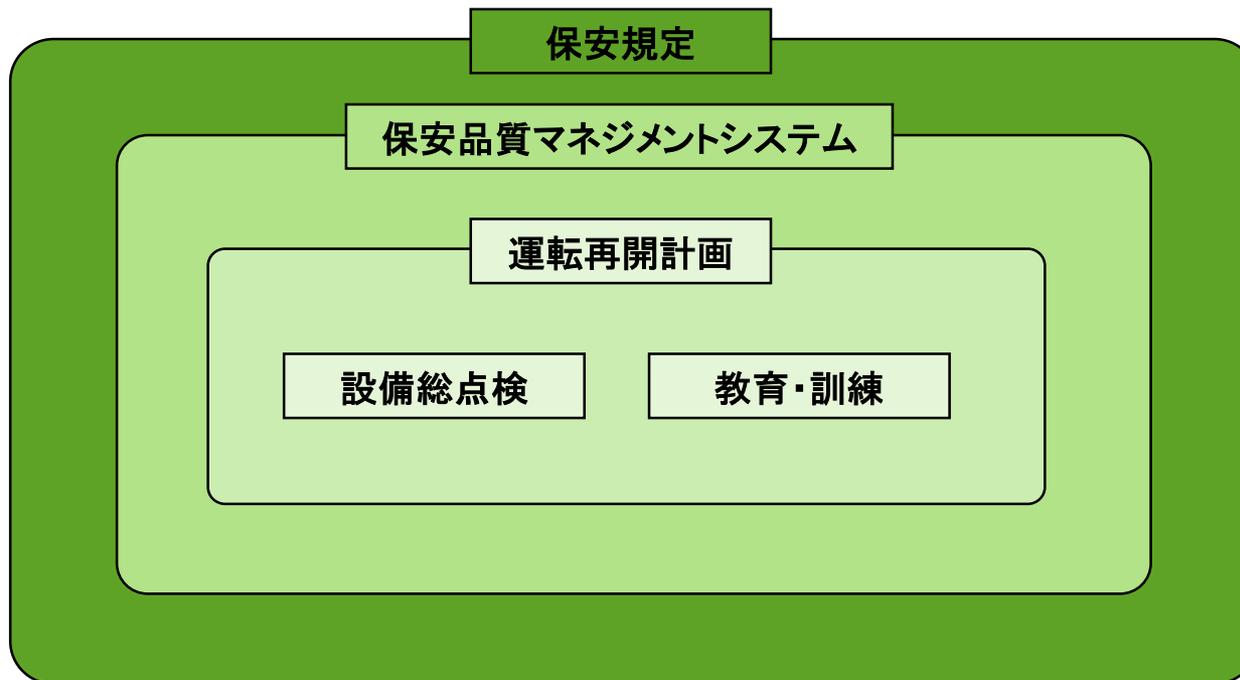
設工認及び保安規定の変更申請は、複数回に分けて実施
 操業再開に向けた安全確保の取り組み(設備の総点検、作業者に対する教育・訓練)については次葉ご参照

Ⅸ 生産再開に向けた取り組み

生産再開に向けた基本方針

生産再開準備作業は、「保安規定」で規定される「保安品質マネジメントシステム」に組み込み、「**設備総点検**による設備の安全機能・設備性能の確認」と「**教育・訓練**による作業従事者再教育及び力量の再評価」計画を取り纏めた「**運転再開計画**」を策定、実施。

これらの実施状況を社内責任者である管理総括者が確認、承認後生産を再開。



生産再開に向けての実施事項

◇ 設備の総点検

設備に関しては、長期間の停止の影響を考慮した**総点検**を実施する。

総点検実施にあたっては、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する。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作動等、システム全体の安全機能を確認する。

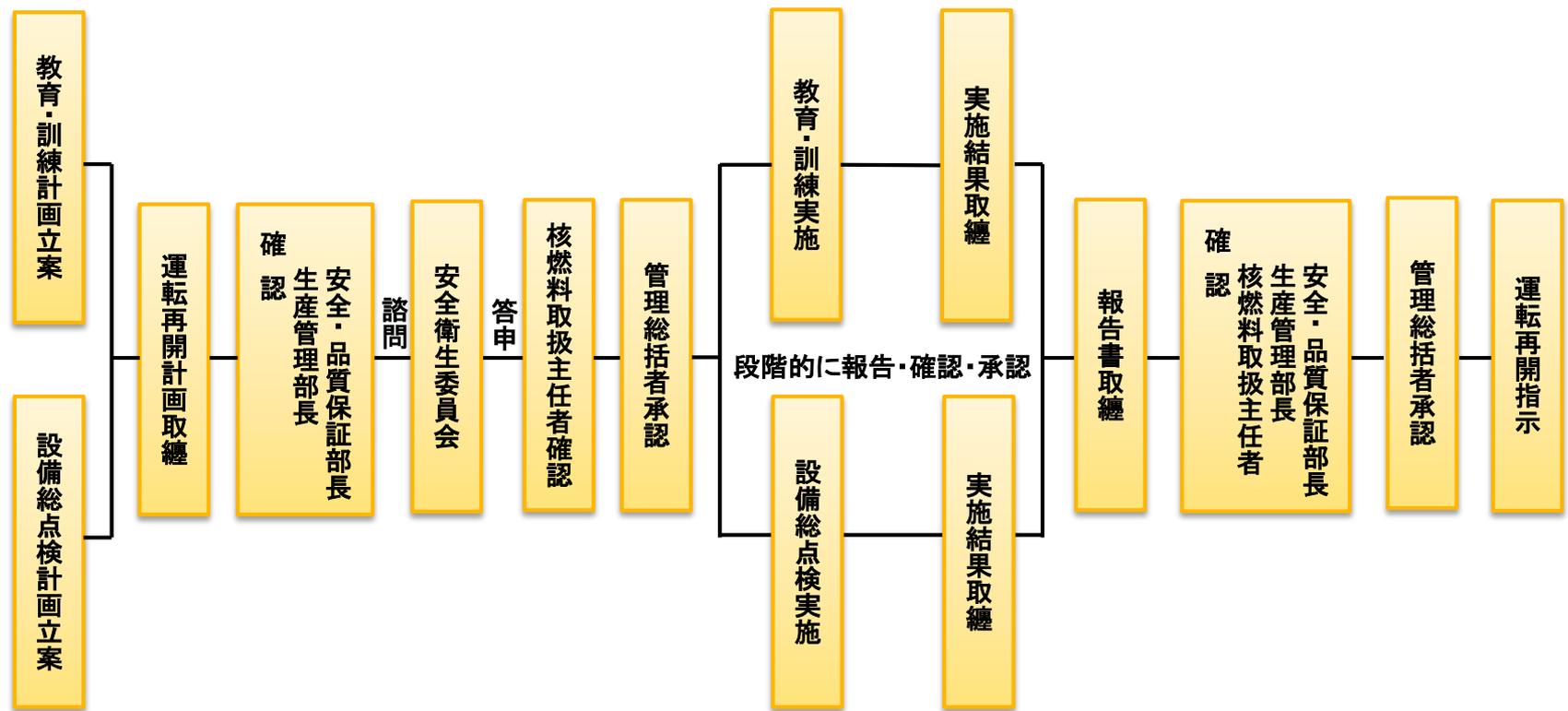
◇ 作業者に対する教育・訓練

長期間の生産休止に伴う力量の一時的な低下及び新規取り組み事項の習熟を考慮し、操作員の力量レベルに応じた教育内容及び教育期間を明確にし、操作に係る技量教育を含め、操作全般の再教育・訓練を行う。

<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

生産再開に向けてのフロー





三菱原子燃料

MOVE THE WORLD FORWARD

**MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP**

添付資料

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、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）



屋根ウラに水平ブレスを追加補強

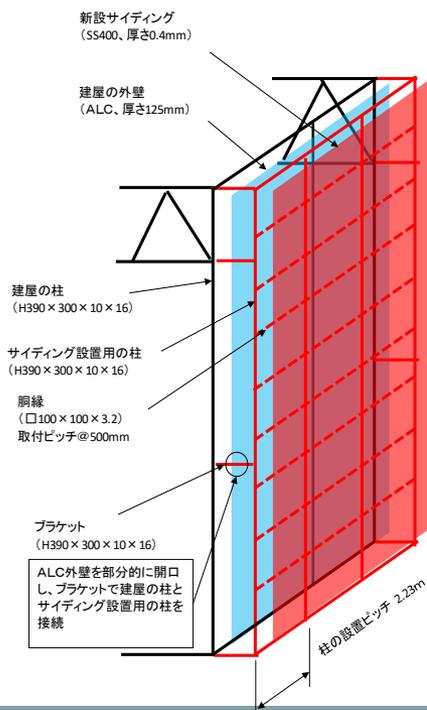


柱の追加補強

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うる設計
 - 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

耐風圧の補強対策(例)



サイディング補強



シャッター一部を鉄扉に変更

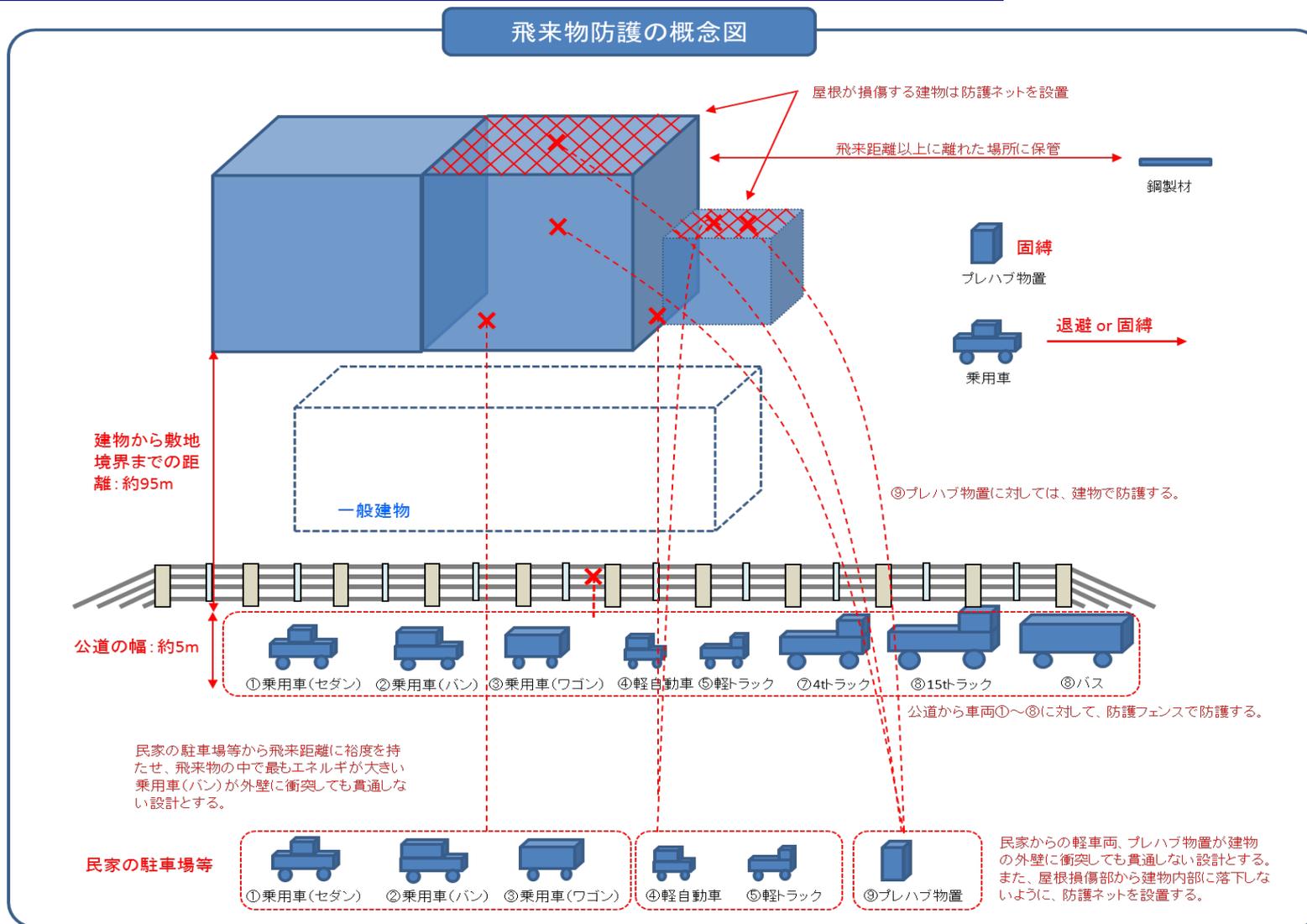
竜巻に対する防護強化：気圧差による影響対策

- 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

気圧差による影響対策(例)

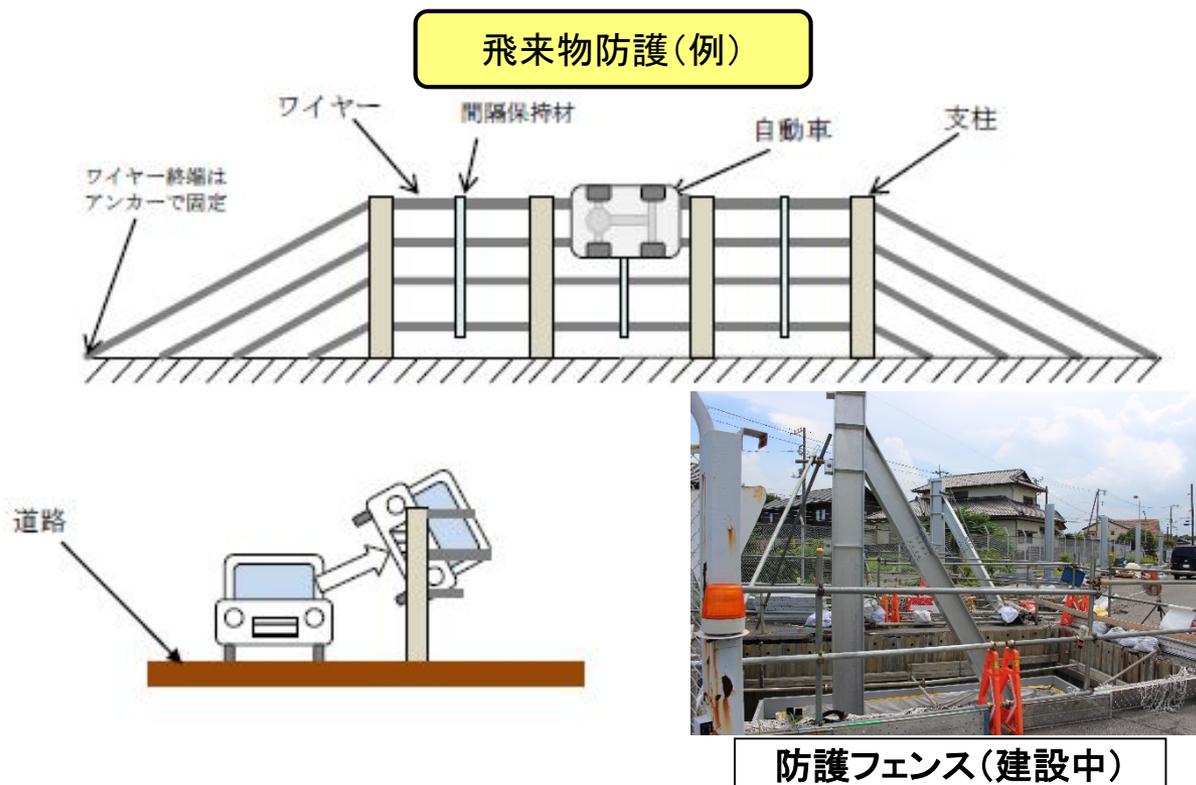


竜巻に対する防護強化：飛来物の防護対策



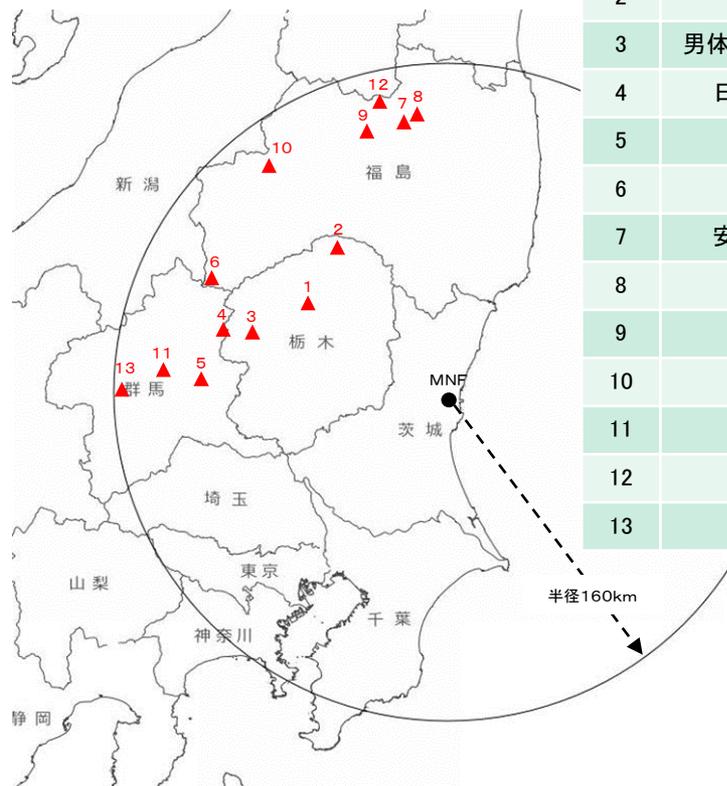
竜巻に対する防護強化：飛来物の防護対策

- 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

- 敷地から半径160km（原子力発電所の火山影響評価ガイドに基づき設定）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

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



水素貯蔵所障壁(建設中)

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)

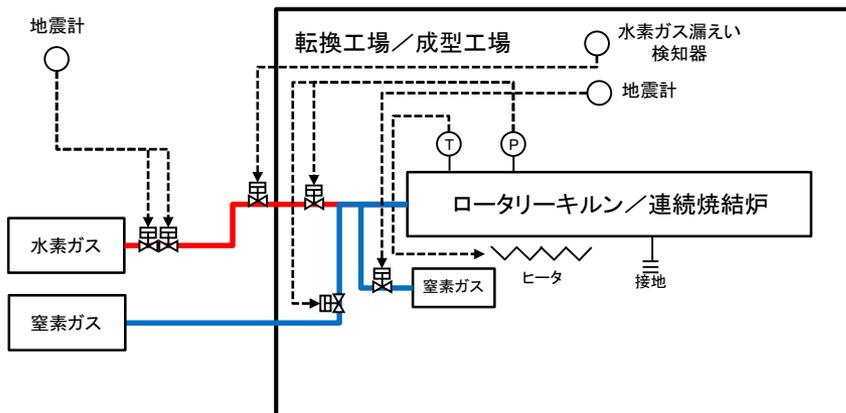
- ・ 水素ガス漏えい検知器を設置し、漏えいを検知した場合は、自動的に水素ガス遮断弁を閉止するインターロック及び警報設備を設置
- ・ 水素ガスが漏えいした場合に滞留しないように、気体廃棄設備により換気
- ・ 設定値以上に温度が上昇した場合は、自動的に加熱ヒーター用電源を遮断
- ・ 冷却水の圧力が設定値以下に低下した場合は、自動的に加熱ヒーター用電源を遮断するインターロック及び警報装置を設置
- ・ 地震加速度(150ガル=0.15G)を検知した時点で、水素ガスの供給を停止
- ・ 供給ガス圧力(炉内圧力)が低下した場合は、自動的に水素ガス供給弁を閉止し、窒素ガス供給弁を開とするインターロ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

火災区域

可燃物排除(管理)
火災の延焼を防止するために、可燃物の持込管理及び保管管理(量、熱源からの離隔距離、収納方法)を行う

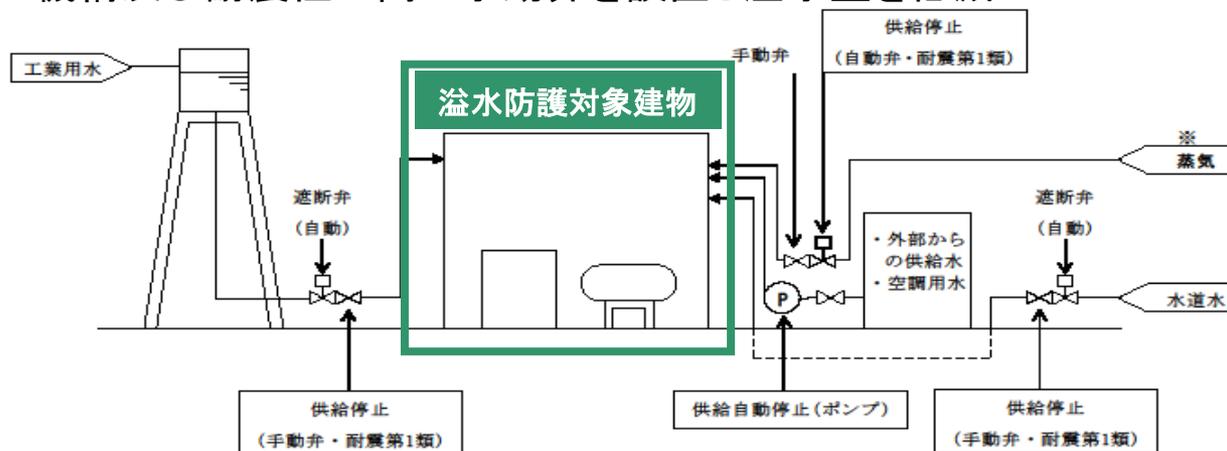
火災影響評価
火災の延焼を防止するために火災区域を設定し、火災区域内における火災の継続時間を示す指標に相当する等価時間が防火壁等の耐火時間を超えない設計

延焼防止(例)
火災源の近くに設置せざるを得ない難燃性物質を使用する設備・機器に、遮熱板を設置



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



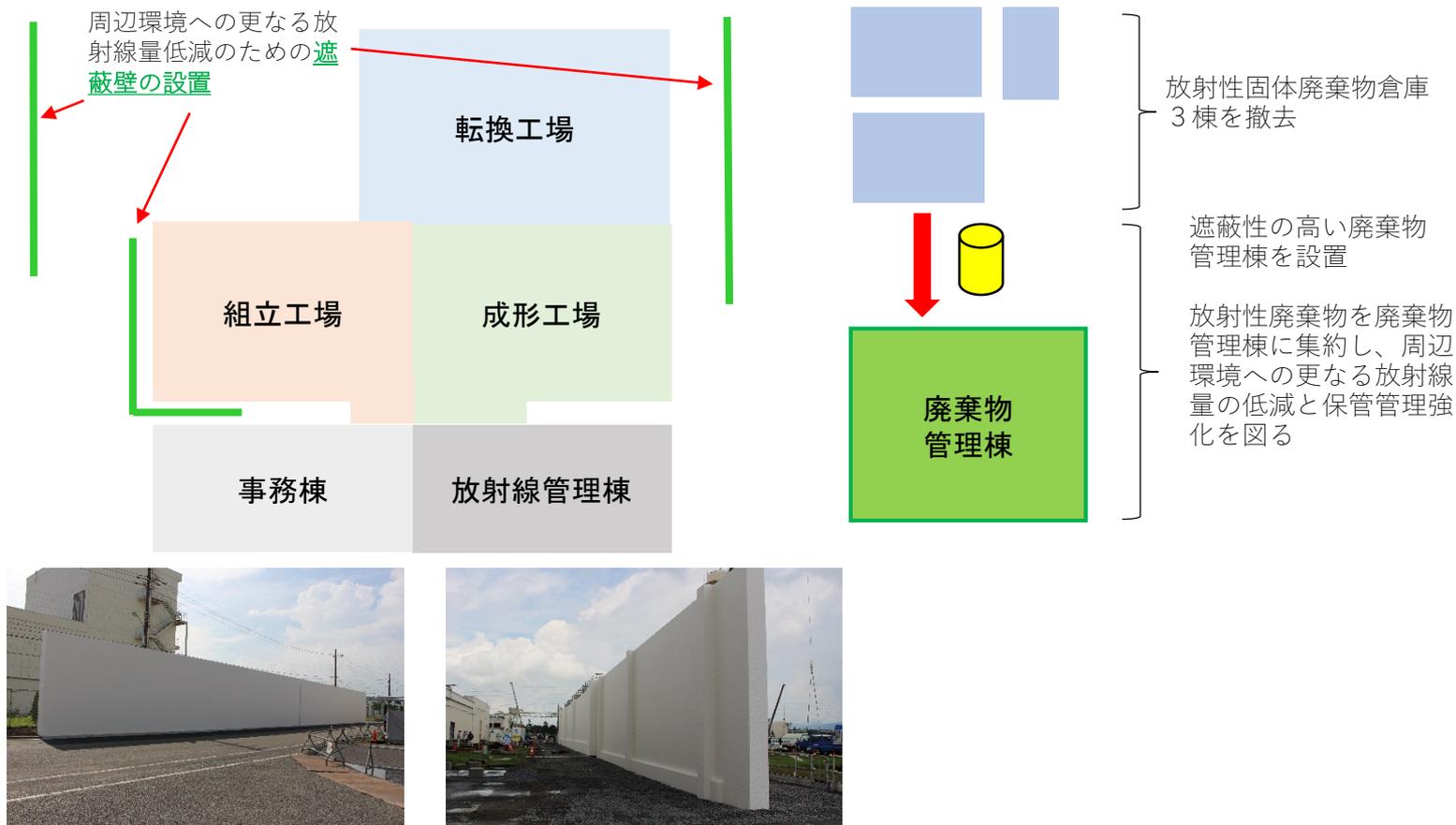
溢水源	供給源と送液能力	供給停止方法
工業用水	高架水槽の液位	手動弁閉
水道水	東海村水道管	手動弁閉
外部からの供給水 (冷却水・純水・アンモニア水)	貯槽と付属ポンプ	ポンプ送液停止
空調用水	貯槽と付属ポンプ	ポンプ送液停止
蒸気	ボイラ	自動弁閉

※
 ・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

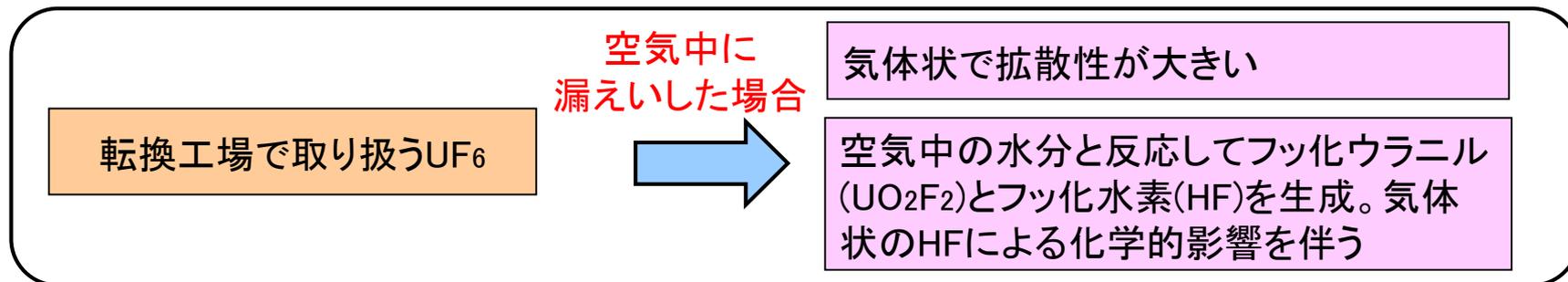
- 予め震度5強(150ガル)の地震力が作用した時点で、供給水システムの遮断弁を自動閉止又はポンプを自動停止する機構を設置
- 万一、地震時にそれらの機能が作動しない場合には配置要員が手動弁を閉止

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**
- 放射性固体廃棄物を遮蔽性の高い施設へ集約



核燃料物質の閉じ込めの強化



これまでの取り組み

- ・ UF₆を取り扱う設備をフードボックスで覆う
- ・ 更にその周囲に防護カーテンを設置 ←(フードボックス損傷時の従事者防護)
- ・ フードボックス内での漏えい検知により、自動的にUF₆供給配管を閉止
- ・ フードボックスからの排気中のUF₆を回収するスクラバ(水シャワー)を設置

万一、それらの安全機能が喪失する場合も考慮し、安全対策として

- ・ UF₆取り扱い設備を**原料倉庫に集約** ←(拡散の範囲を狭める)
- ・ 防護カーテンの代わりに閉じ込め性の高い**金属製の強固な防護カバー**を設置

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

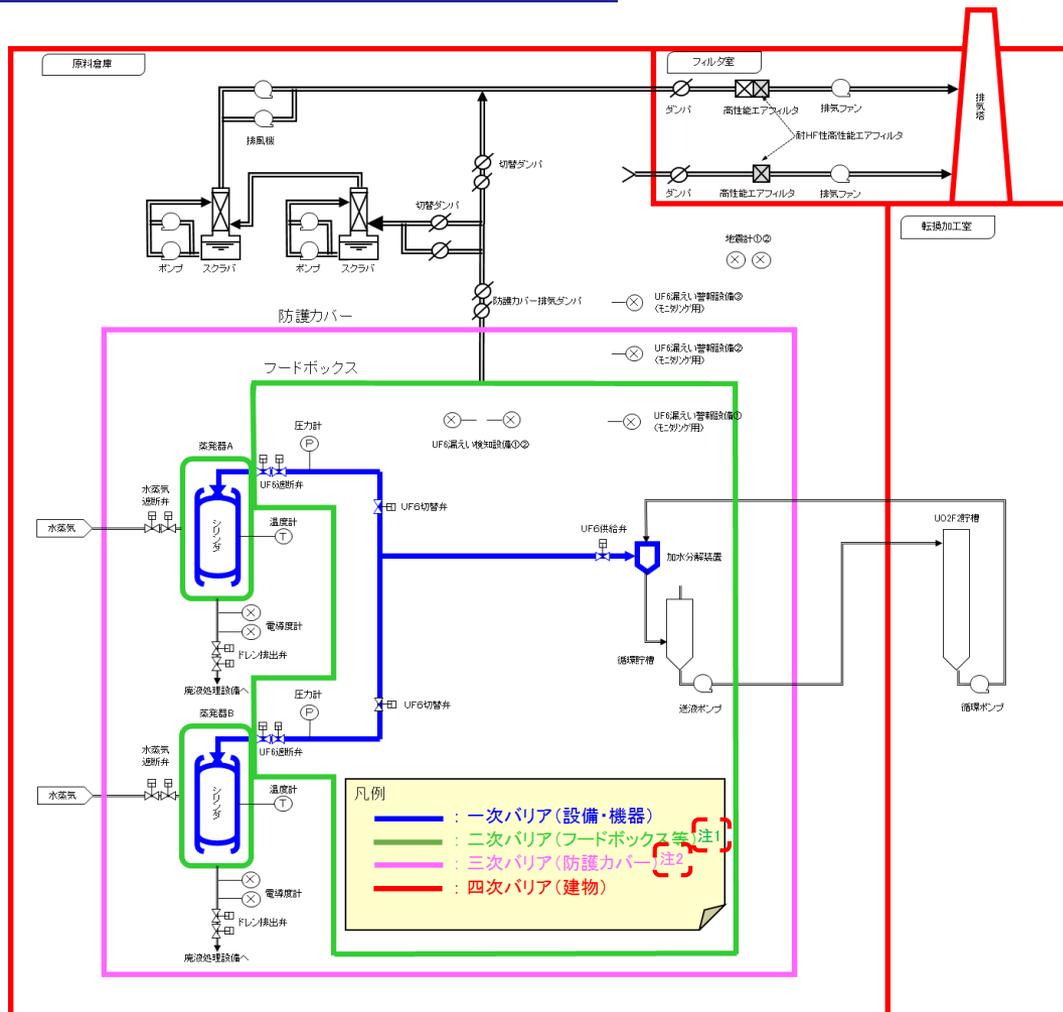
- 予め震度5強(150ガル)の地震力が作用した時点で、UF₆と水素を供給する配管の遮断弁が自動閉止するインターロック機構を設置(地震時に確実に作動するよう耐震性を強化するとともに2重化)

➤ 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

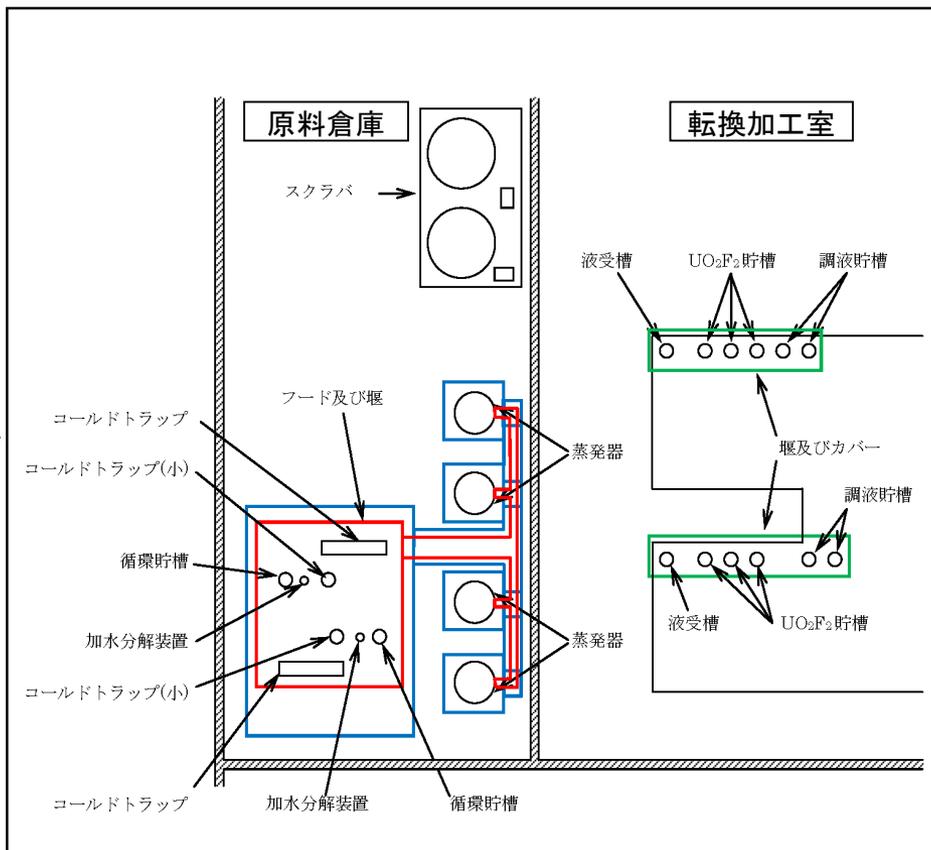
注1:樹脂製のパネルで覆われ、局所排気系統に接続することにより内部の負圧を維持する。

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)

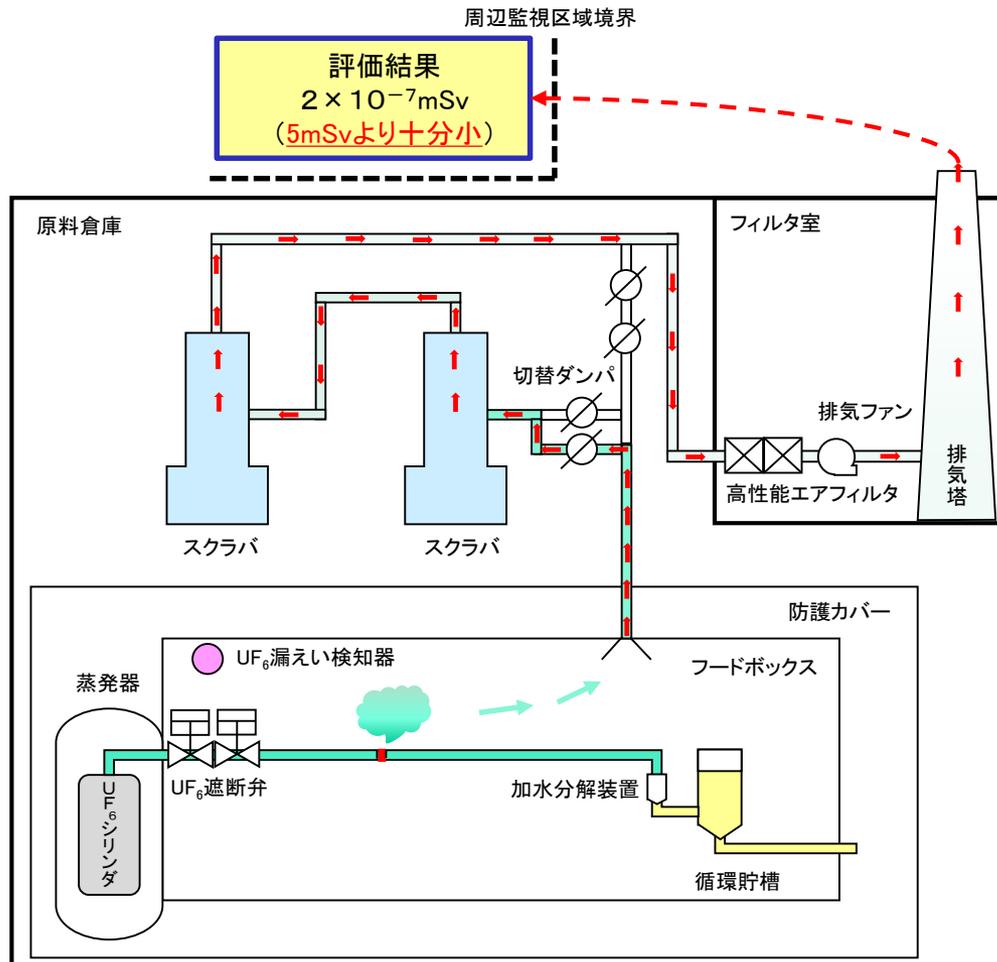
転換工場UF₆取扱い 安全対策



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)

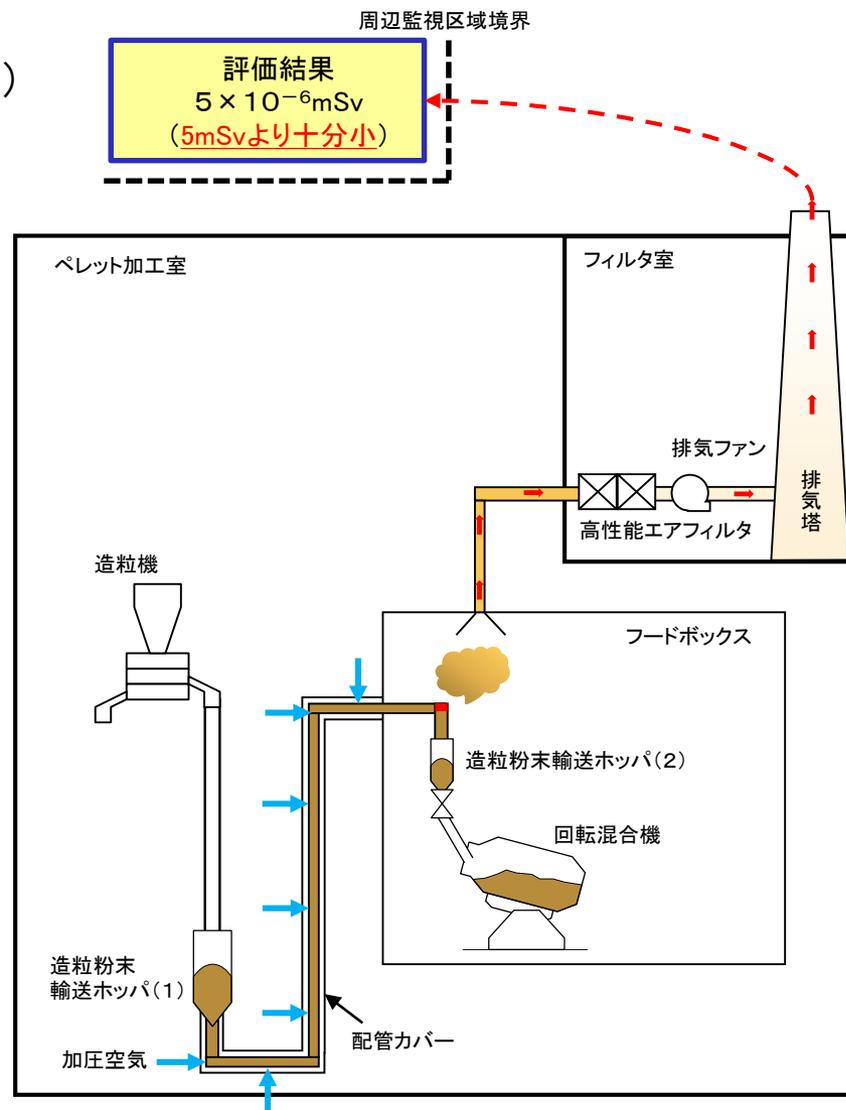
- UF₆を正圧で取り扱う蒸発・加水分解工程において**フードボックス内の配管部からUF₆ガスの漏えい**が発生することを仮定
- UF₆配管を収納するフードボックス内には漏えい検知器を設置しており、漏えいを検知すると遮断弁閉止。フードボックス内に飛散したUF₆はフードボックスに接続する局所排気系統に設置するスクラバ2段及び高性能エアフィルタ2段により捕集(捕集効率はそのそれぞれ99%、99.997%)して屋外へ排気。なお、**保守的に配管の破断は全周破断を仮定し、漏えい時間は40秒間と仮定**



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)

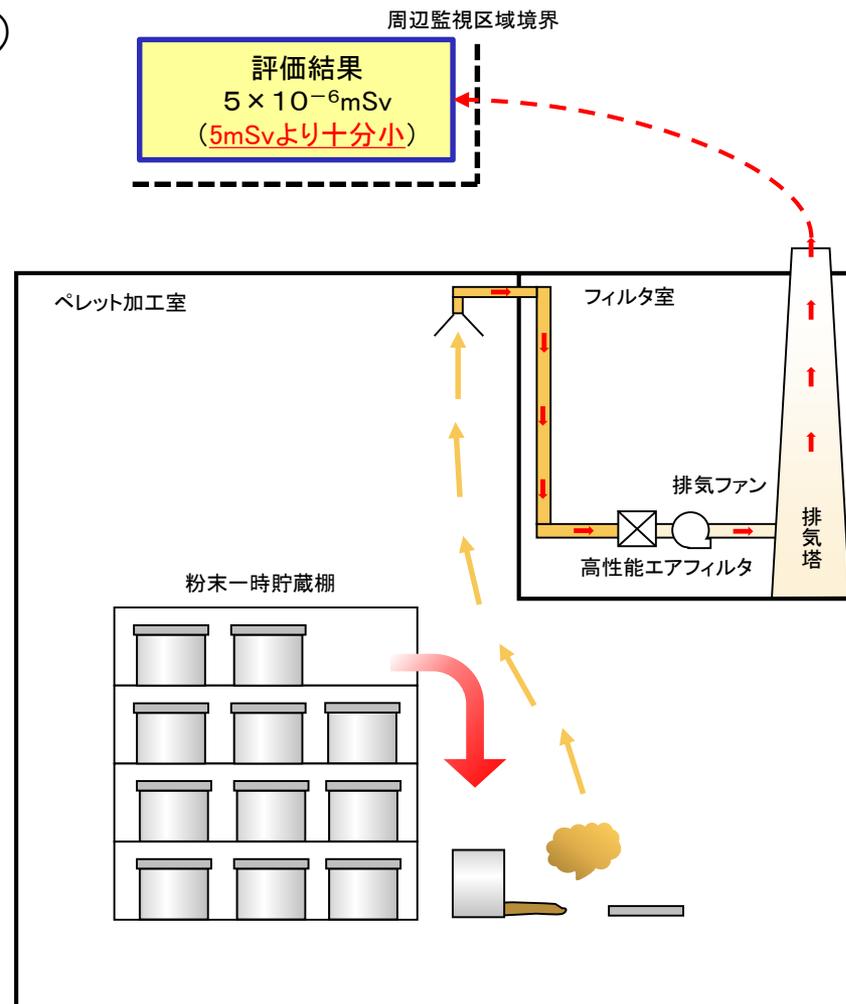
- ウラン粉末を加圧状態で取り扱う工程のうち、気流輸送1回当たりの取扱量が最も大きい成型工程造粒粉気流輸送設備の気流輸送配管において**ウラン粉末の輸送中に配管破断**が発生することを仮定
- フードボックス(配管カバーを含む)内にウラン粉末は飛散し、局所排気系統に設置する高性能エアフィルタ2段により捕集(捕集効率99.997%)して屋外へ排気。なお、**保守的に気流輸送の圧力により、爆燃事象程度の雰囲気中への拡散が発生**することを仮定



設計基準事故の評価(3/7)

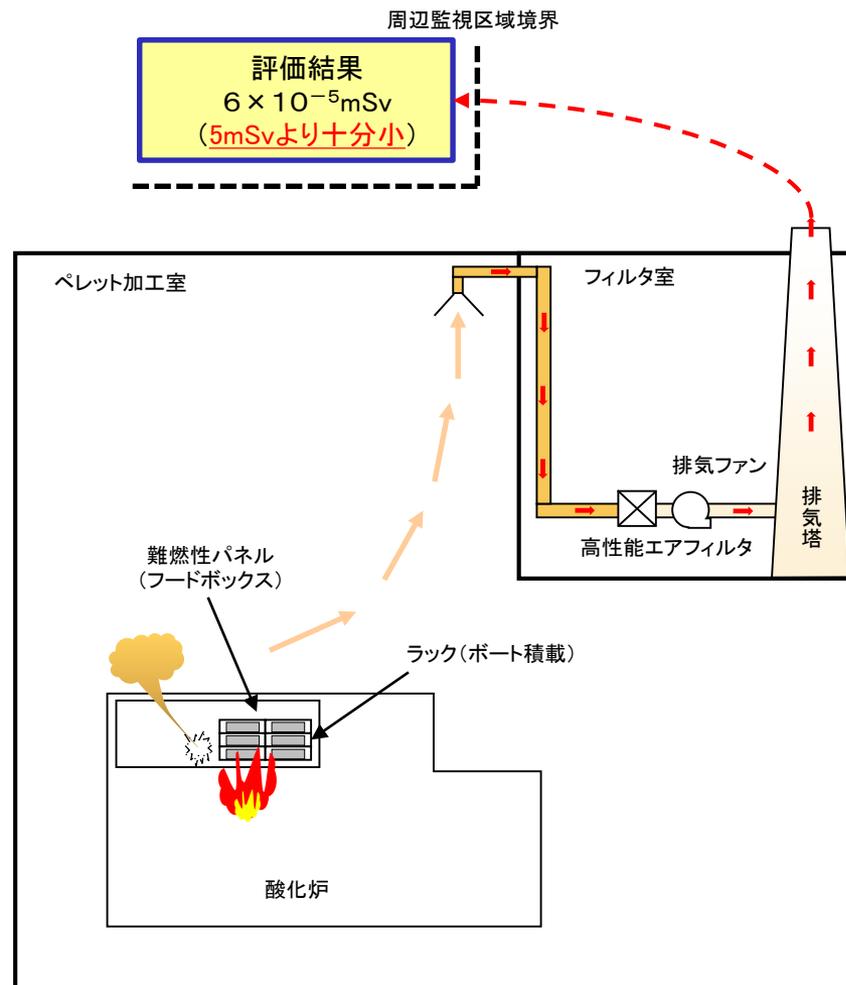
③ ウラン粉末の漏えい(容器落下による漏えい)

- 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)

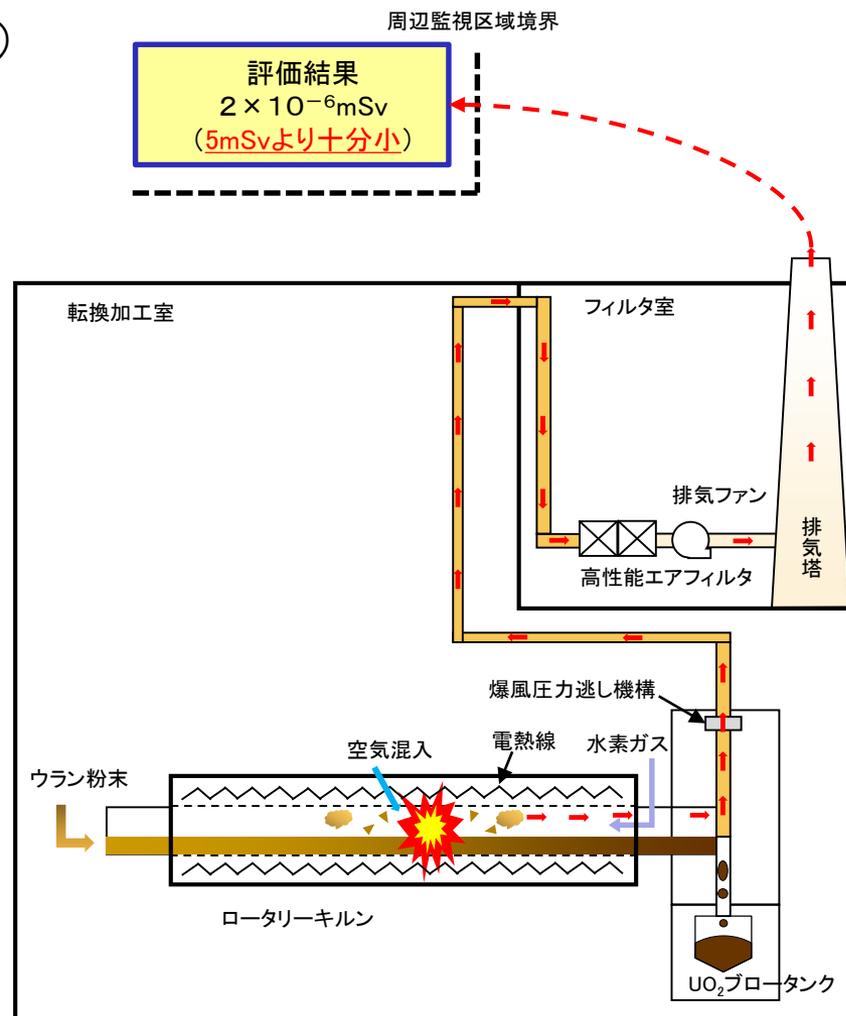
- ④ ウラン粉末の漏えい(火災による漏えい)
 - 難燃性パネルを使用したフードボックスで潤滑油等の火災による熱影響で閉じ込め機能喪失することによりフードボックス内のウラン粉末が室内に漏えいすることを仮定
 - 室内へ飛散したウランは、室内排気系統に設置する高性能エアフィルタ1段により捕集(捕集効率99.9%)して屋外へ排気。なお、保守的にフードボックス内のウランの全量が影響を受けるものと仮定



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)

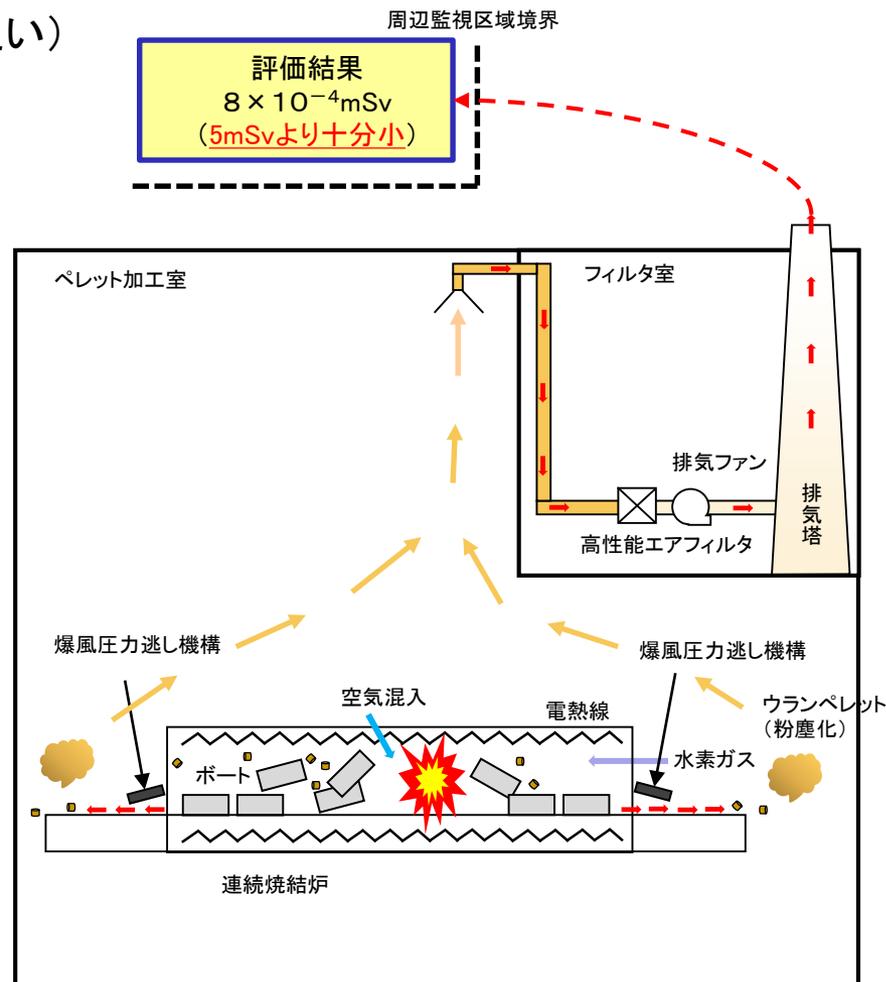
- 水素取扱い設備であるロータリーキルンで、**空気混入による爆発が発生し、ウラン粉末が飛散**することを仮定
- ロータリーキルンは爆発による本体の損傷を防止するため、爆風圧力逃し機構を備えており、ロータリーキルン内のウランは爆風圧力逃がし機構を通じて接続されている局所排気系統内に設置する高性能エアフィルタ2段により捕集(捕集効率99.997%)して屋外へ排気。なお、**ロータリーキルン内には、保守的に最大取扱量のウランが存在すると仮定**



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)

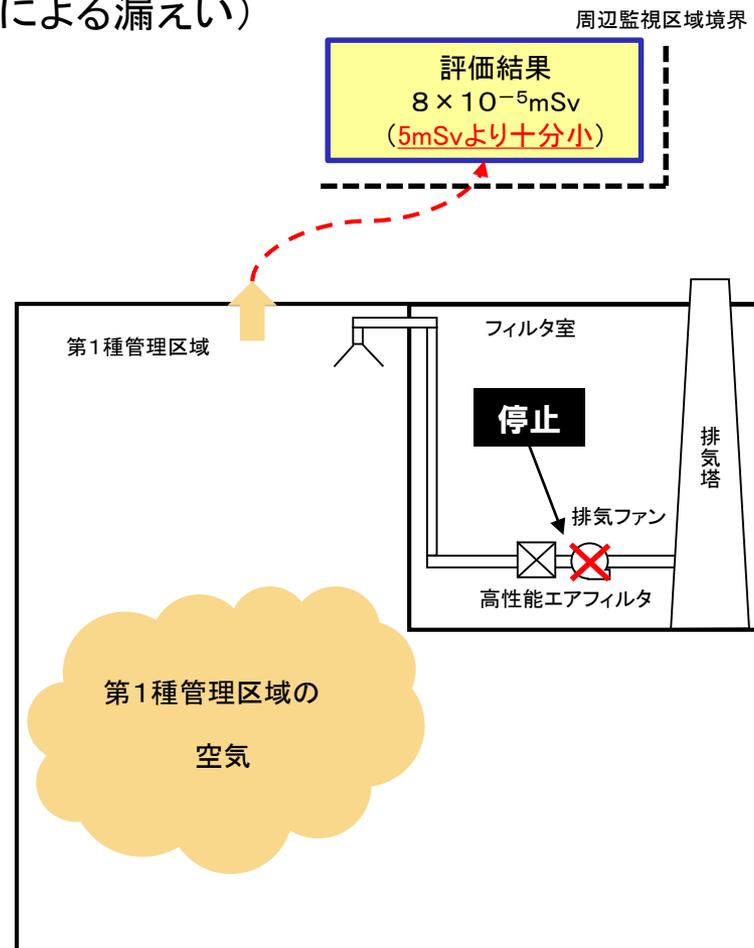
- 水素取扱い設備である連続焼結炉で、**空気混入による爆発が発生し、室内にウランペレットが飛散**することを仮定
- 連続焼結炉は爆発による炉本体の損傷を防止するため、爆風圧力逃し機構を備えており、連続焼結炉内のウランは爆風圧力逃がし機構を通じて室内へ飛散し、室内排気系統に設置する高性能エアフィルタ1段により捕集(捕集効率99.9%)して屋外へ排気。なお、**連続焼結炉内には、保守的に最大取扱量のウランが存在するものと仮定**



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



教育・訓練計画(1/3)

名称	予定時期	内容	対象者及び想定人数	
1.保安教育 (1)新たに放射線業務従事者に指定する者の教育	随時	自社員新規指定従事者 約60名 自社員外新規指定従事者 約150名	<ol style="list-style-type: none"> 1.関係法令及び保安規定に関すること※ 2.加工施設の構造、性能及び操作に関すること（構造、性能、安全設備等）※ 3.放射線管理に関すること※ 4.核燃料物質等の取扱いに関すること（臨界安全管理を含む）※ 5.非常の場合にとるべき処置に関すること※ 6.核物質防護に関すること 7.一般安全衛生に関すること 8.その他必要事項 ※六ふっ化ウランの化学的影響を考慮した措置に関することを含む。	
(2)放射線業務従事者等の教育 (定期保安教育)	2021年12月	自社員従事者等 約 500名 自社員外従事者等 約 100名	<ol style="list-style-type: none"> 1.緊急作業の方法に関する知識（放射線防護措置の教育を含む） 2.緊急作業で使用する施設及び設備の構造並びに取扱いの方法に関する知識 3.電離放射線の生体に与える影響、健康管理の方法及び被ばく線量の管理の方法に関する知識 4.関係法令 5.緊急作業の方法 6.緊急作業で使用する施設及び設備の取扱い 7.その他必要事項 	
2.緊急作業教育訓練	2021年 4月	自社員（緊急作業従事者） 11名	<ol style="list-style-type: none"> 1.適切な用具の選定 2.屋根での除灰作業 3.除灰土嚢詰め作業 4.その他必要事項 	
3.自然災害等発生時の保全活動訓練	2021年5月	自社員（防災要員等） 約 50名	<ol style="list-style-type: none"> 1.適切な用具の選定 2.屋根での除灰作業 3.除灰土嚢詰め作業 4.その他必要事項 	

教育・訓練計画(2/3)

名称	予定時期	内容	対象者及び想定人数	
4.重大事故に至るおそれがある事故・大規模損壊発生時保全活動訓練	2021年6月	自社員(防災要員等) 約 200名	<ol style="list-style-type: none"> 1.通報・連絡 2.環境モニタリング 3.負傷者の救護, 身体汚染処置 4.防護装備,除染作業等 5.応急措置(拡大防止措置) 6.その他必要事項 	
5.(予定)原子力施設における事故・故障等発生時の通報連絡訓練【茨城県が実施】	未定 (無予告)	自社員(防災要員等) 約 190名	<ol style="list-style-type: none"> 1.初期対応 <ul style="list-style-type: none"> ・現場確認及び関係社員の招集 ・事故対策本部活動 ・消火活動、汚染拡大防止活動、作業員の速やかな退域 ・放射線モニタリング ・広報活動(プレス発表) 2.通報連絡 	
6.六ふっ化ウラン(UF ₆)漏えい対応訓練	2021年 9月	自社員(防災要員等) 約190名	<ol style="list-style-type: none"> 1.HF用防護具の着用(化学防護服含む) 2.救助等 3.UF₆漏えい停止の為の対応 4.UF₆建屋閉じこめの為の対応 5.UF₆拡散防止の為の対応 6.その他必要事項 	
7.退避訓練	2021年10月	自社員 従事者等 約 500名 自社員外従事者等 約 100名	<ol style="list-style-type: none"> 1.臨界警報装置の発報等 2.警報等による従事者等の屋外退避 3.人員等の点呼, 員数確認 4.その他必要事項 	

教育・訓練計画(3/3)

名称	予定時期	内容	対象者及び想定人数	
8.火災防護活動訓練 (初期消火活動訓練を含む)	2021年11月	自社員(防災要員等) 約 190名	<ol style="list-style-type: none"> 1.通報・連絡 2.消火設備等の操作, 防護装備 3.非常用設備等の緊急措置 4.環境モニタリング 5.その他必要事項 	
9.防災総合訓練	2022年2月	自社員(防災要員等) 約 190名	<ol style="list-style-type: none"> 1.通報・連絡 2.環境モニタリング 3.負傷者の救護, 身体汚染処置 4.防護装備, 除染作業等 5.応急措置(拡大防止措置) 6.プレス発表 7.その他必要事項 	