

アクティブ試験計画の概要及び試験時に発生が予想される トラブル等とその対応について



日本原燃株式会社

目 次

I．はじめに

- 1．再処理工場のしくみ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 2．再処理工場で行う試験・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

II．アクティブ試験計画の概要

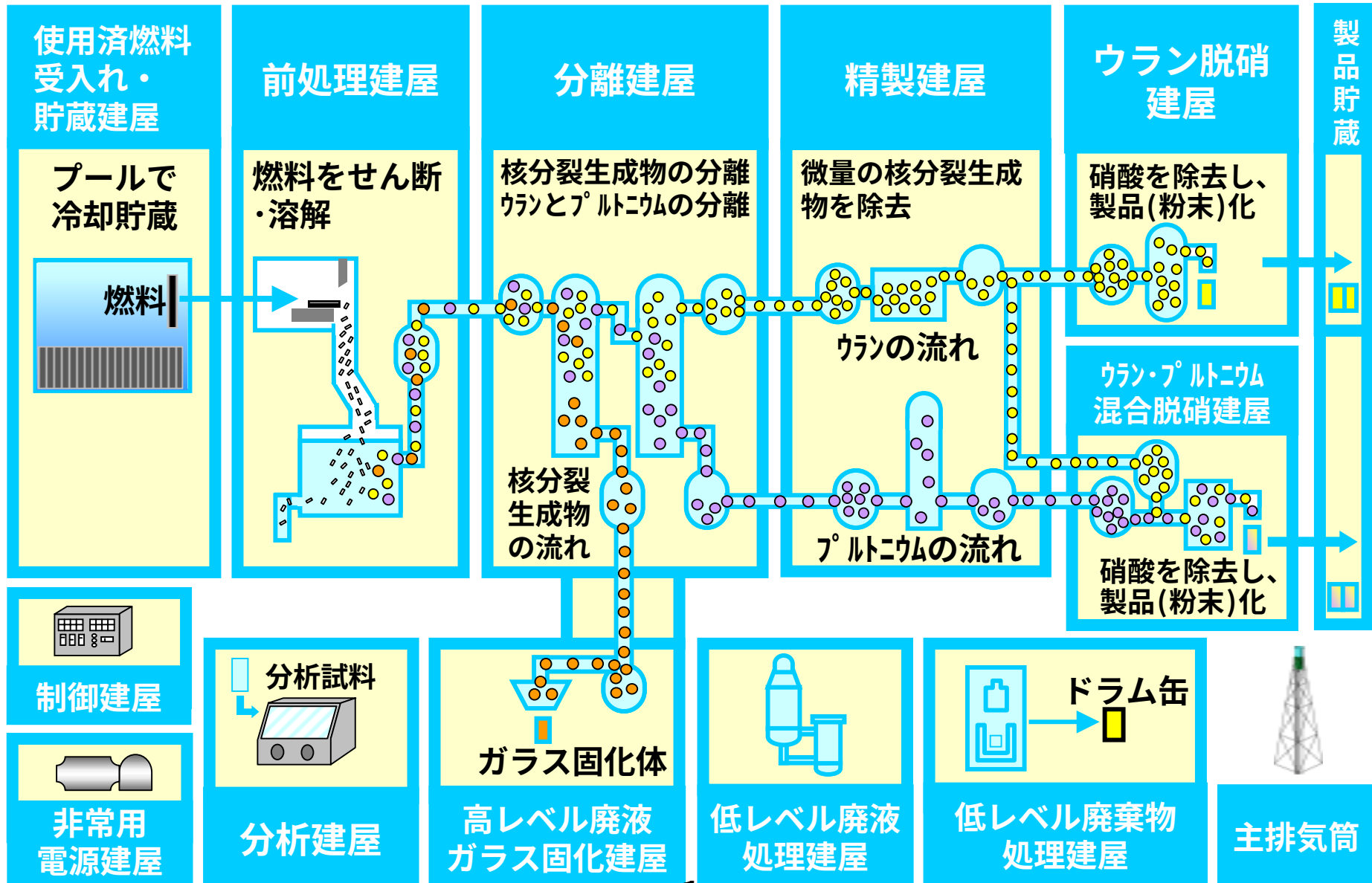
- 1．アクティブ試験の目的・試験で使用する燃料・・・・・・・・・・・・・・ 2
- 2．アクティブ試験の進め方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2～3
- 3．安全対策の基本的な考え方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3～6
- 4．アクティブ試験中の安全対策・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7～8
- 5．アクティブ試験中の放射線管理・放射性
廃棄物の管理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8～10
- 6．まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11

III．アクティブ試験時に発生が予想される トラブル等とその対応

- 1．アクティブ試験で発生が予想されるトラブル等・・・・・・・・・・・・・・ 12
- 2．トラブル等の復旧方法の基本的な考え方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
- 3．トラブル等の連絡・公表の基本的な考え方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13～14
- 4．トラブル等の情報提供・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14

I . はじめに

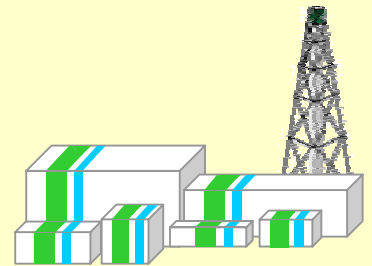
I-1. 再処理工場のしくみ



I-2. 再処理工場で行う試験

試験運転の目的

- 機器の動作や性能の確認
- 機器等の不具合や故障を操業前に早期に見つけ出し、手直しを実施
- 運転要員や保守要員等の技術的能力の向上、運転手順書等の充実



平成13年

平成14年

平成15年

平成16年

平成17年

平成18年

平成19年

通水作動試験（水・空気等を使用：機器の性能及び接続状態の確認）

化学試験（硝酸等の化学薬品を使用：機器の調整、耐酸性の確認）

ウラン試験（ウラン・化学薬品を使用：各工程の性能確認）

アクティブ試験
（使用済燃料・化学薬品を使用：総合確認）

▼
操業

再処理工場の試験は、操業状態に段階的に近づけながら実施

II. アクティブ試験計画の概要

II-1. アクティブ試験の目的・試験で使用する燃料

■アクティブ試験の目的

- これまでの段階的な試験を通じて、アクティブ試験の実施に必要な安全機能は確認済み
- その上で、アクティブ試験では、操業に向けて、実際の使用済燃料を用いて、安全機能や機器設備の性能を確認
- 具体的には、環境への放出放射能量、核分裂生成物の分離性能、ウランとプルトニウムの分配性能等を確認

■アクティブ試験で使用する燃料

- 合計で約430トンの使用済燃料を使用



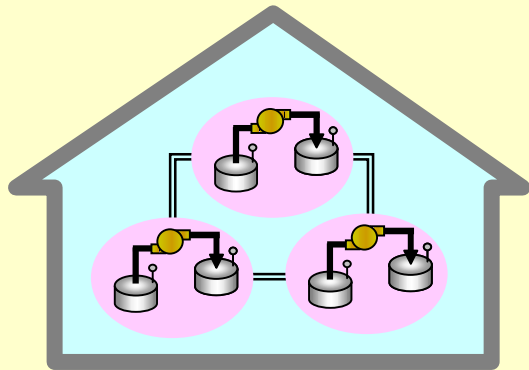
種 類	体 数	重 量
■加圧水型軽水炉用燃料（PWR燃料）	約460体	約210トン
■沸騰水型軽水炉用燃料（BWR燃料）	約1,250体	約220トン
計		約430トン

※上記数量は試験の進捗により変更する可能性あり

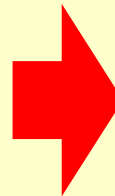
II-2. アクティブ試験の進め方 (1/2)

- 使用済燃料の種類・燃焼度・冷却期間を考慮し、5つのステップを設けて、段階的に取扱量を増やしながら、施設の安全機能及び機器・設備の性能、工場全体の安全機能及び運転性能を確認

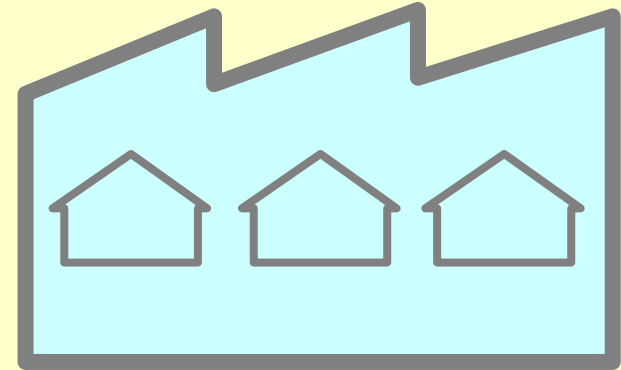
各施設



施設の安全機能及び機器・設備の性能を確認



工場全体



工場全体の安全機能及び運転性能を確認

II-2. アクティブ試験の進め方 (2/2)

■施設の安全機能及び機器・設備の性能確認

第1ステップ

■せん断・溶解施設のA系列でPWR燃料により確認

■燃 焼 度 低～中
■冷却期間 長～中

再処理量 約 30トン

■ホールドポイント1※

第2ステップ

■引き続き、A系列でPWR燃料により確認後、BWR燃料についても確認

■燃 焼 度 低～中
■冷却期間 長～短

再処理量 約 60トン

■ホールドポイント2※

第3ステップ

■第1、第2ステップで確認した事項を中心にB系列で確認

■燃 焼 度 低～高
■冷却期間 長～短

再処理量 約 70トン

■工場全体の安全機能及び運転性能確認

第4ステップ

■工場全体の処理性能等をPWR燃料により確認

■燃 焼 度 高
■冷却期間 中～短

再処理量 約110トン

第5ステップ

■工場全体の処理性能等をBWR燃料により確認

■燃 焼 度 低～高
■冷却期間 長～短

再処理量 約160トン

- ※・ホールドポイントでは、線量当量率、空気中の放射性物質濃度、溶解性能、核分裂生成物の分離性能、ウランとプルトニウムの分配性能、プルトニウム逆抽出性能、環境への放出放射エネルギーを評価
- ・これらの評価は、アクティブ試験の早い段階で実施することとし、第1ステップ及び第2ステップで一通り確認できることから、同ステップ後にホールドポイントを設定

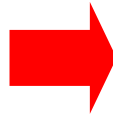
II-3. 安全対策の基本的な考え方 (1/7)

■再処理工場では、多重防護の考え方に基づき、また、先行施設のトラブル等も踏まえ、必要な安全対策を取り入れた上で工場の設計・建設を実施

■また、ウラン試験の段階においても、

- ・ 閉じ込め
- ・ 放射性廃棄物の放出管理等
- ・ 臨界安全
- ・ 安全上重要な施設の機能確認
- ・ 火災・爆発の防止
- ・ 電源喪失時の対応

等の観点から、安全に係る確認事項をすべて確認

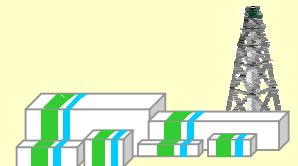


■アクティブ試験の各ステップにおける試験運転は、保安規定を遵守の上、実施

■合わせて、

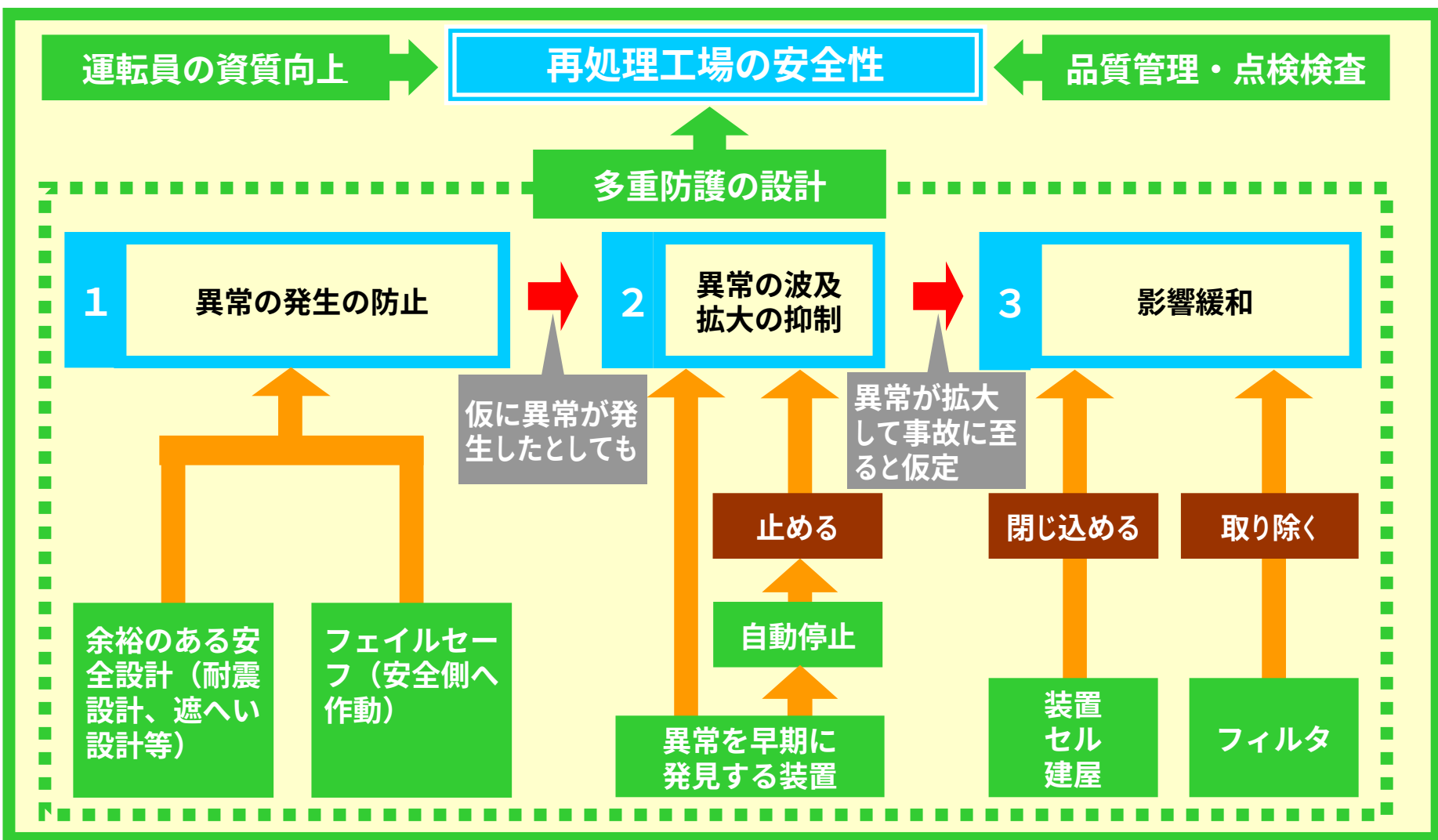
- ・ 多重防護の考え方
- ・ 臨界対策
- ・ 漏えい対策
- ・ 火災・爆発対策
- ・ 電源喪失対策
- ・ その他（地震対策、航空機墜落対策、崩壊熱除去対策）

等の安全対策の基本的な考え方の下、安全管理を徹底した上で、アクティブ試験を実施



II-3. 安全対策の基本的な考え方 (2/7)

多重防護の考え方



II-3 . 安全対策の基本的な考え方 (3/7)

臨界対策

主な臨界対策

■ 形状寸法管理

ウラン、プルトニウムを取り扱う機器を小さくしたり、溶液を内蔵する部分を薄くすることで中性子を機器の外に逃がす

■ 濃度管理・質量管理

核分裂を起こすウラン、プルトニウムの量（重さや溶液の濃さ）を制限する

■ 中性子吸収材管理

中性子を吸収しやすい物質（ホウ素等）を貯槽の材料に加えることにより、中性子を取り除く

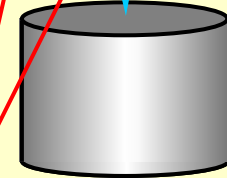
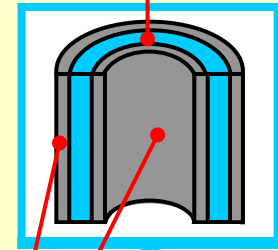


それでも発生したと仮定した場合の影響緩和策

- 臨界管理上重要な施設においては、仮に臨界が発生したとしても、中性子吸収材（硝酸ガドリニウム）の注入により、速やかに未臨界にする（核分裂連鎖反応を止める）措置を講じることが可能
- 厚いコンクリート（約1m）の壁により、放射線を遮へいし、一般公衆、作業員の被ばくを最小限に抑える

(例) プルトニウム溶液受槽における臨界対策

溶液を内蔵する部分を薄くし、環のような形状



貯槽の周りに中性子を吸収しやすいカドミウムを配置

II-3 . 安全対策の基本的な考え方 (4/7)

漏えい対策

主な漏えい対策

- 放射性物質を取り扱う機器や配管は、腐食しにくいステンレス等の材料を使用
- 特にセル（小部屋）内において、放射性溶液を取り扱う配管は、原則、継手構造ではなく、溶接構造にする等、漏えいしにくい構造

それでも発生したと仮定した場合の拡大防止策

- プルトニウム等を取り扱う機器や配管は、床面をステンレスで内張りした頑丈な鉄筋コンクリートの壁(約1m)に囲まれたセル（小部屋）に設置するとともに、万一の漏えいに備え、漏えい検知装置、漏えい液回収設備を設置

それでも拡大したと仮定した場合の影響緩和策

- 建物内部の気圧を「建物」→「セル（小部屋）」→「機器」の順に低くし、気体状の放射性物質を建物の内側に閉じ込める
- 「建物」、「セル（小部屋）」、「機器」内の空気は、フィルタ（排気処理系）を通して、主排気筒から放出

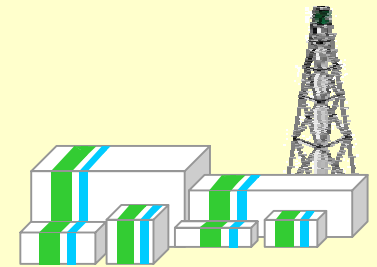


II－３．安全対策の基本的な考え方（5/7）

火災・爆発対策

主な火災・爆発対策

- 再処理工場では、火災・爆発が発生するために必要な条件（燃えるものがあること、空気（酸素）があること、火（着火源）があること）を取り除くことで火災・爆発の発生を防止
 - ・重要な設備には、不燃性又は難燃性材料を使用
 - ・静電気が発生するおそれのある機器は、接地（アース）
 - ・油を取り扱う機器は、温度を適切に管理
 - ・セル（小部屋）内に油が漏えいした場合には、漏えいを検知して直ちに回収
 - ・貯槽の中に水素ガスが溜まらないよう空気を流して、水素ガスを追い出す



それでも発生したと仮定した場合の拡大防止策

- 万一の火災に備えて、火災検出装置、消火設備を設置
- 耐火壁を適切に設置することにより、延焼を防止

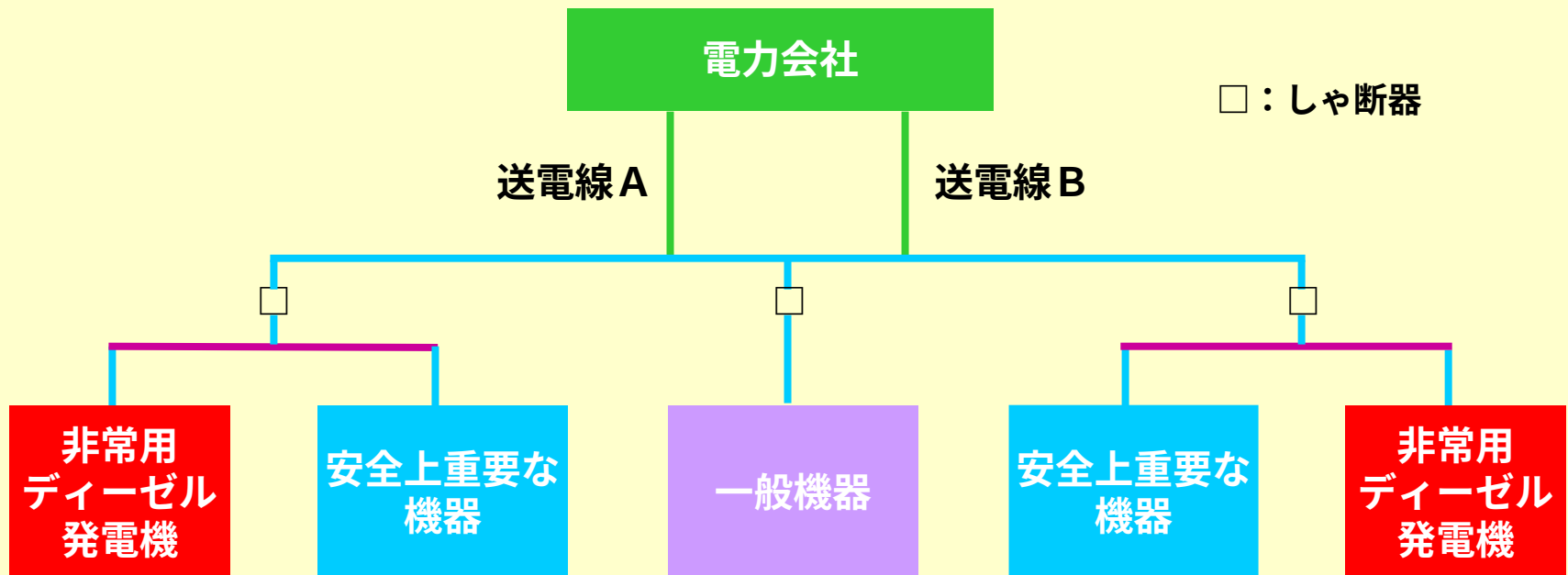
それでも拡大したと仮定した場合の影響緩和策

- 機器又はセル（小部屋）内を負圧に維持して、放射性物質をセル（小部屋）の内側に閉じ込める
- 機器又はセル（小部屋）内の空気は、フィルタ（排気処理系）を通し、放射性物質をできる限り除去した後、主排気筒から放出

II－３．安全対策の基本的な考え方（6/7）

電源喪失対策

- 送電線 A・B の 2 回線から電力を受電し、1 回線停電時においても必要な電力を確保
- 万一の送電線事故による 2 回線同時停電に備えて、非常用ディーゼル発電機を設け、停電時にも確実に安全上重要な機器へ電源供給し、安全機能を確保
- 停電時に、万一 1 台の非常用ディーゼル発電機が起動しない場合にも、安全機能を確保



II－３．安全対策の基本的な考え方（7/7）

その他の対策

地震対策

- 敷地内の地盤や敷地周辺の活断層については、綿密な調査を実施
- 重要な建物は、岩盤（第三紀鷹架層（約2,350万年前～約530万年前の地層））に直接設置
- 建物や設備は、地震が発生しても周辺に影響をおよぼす事故を引き起こさないように、十分な耐震設計を実施

航空機墜落対策

- 六ヶ所再処理工場は、三沢空港、民間定期航空路及び三沢対地射爆撃訓練区域から離れており、また、航空機は原則として施設上空を飛行しないよう規制されていることから、航空機が施設に墜落する可能性は小さいものと考えられる
- しかしながら、三沢対地射爆撃訓練区域においては、多くの訓練飛行が行われていることから、万一、訓練飛行中の航空機が施設へ墜落することも想定して、建屋の壁の厚さを約1.2mとするなど一般公衆に著しい放射線被ばくを与えないような防護設計を実施

崩壊熱除去対策

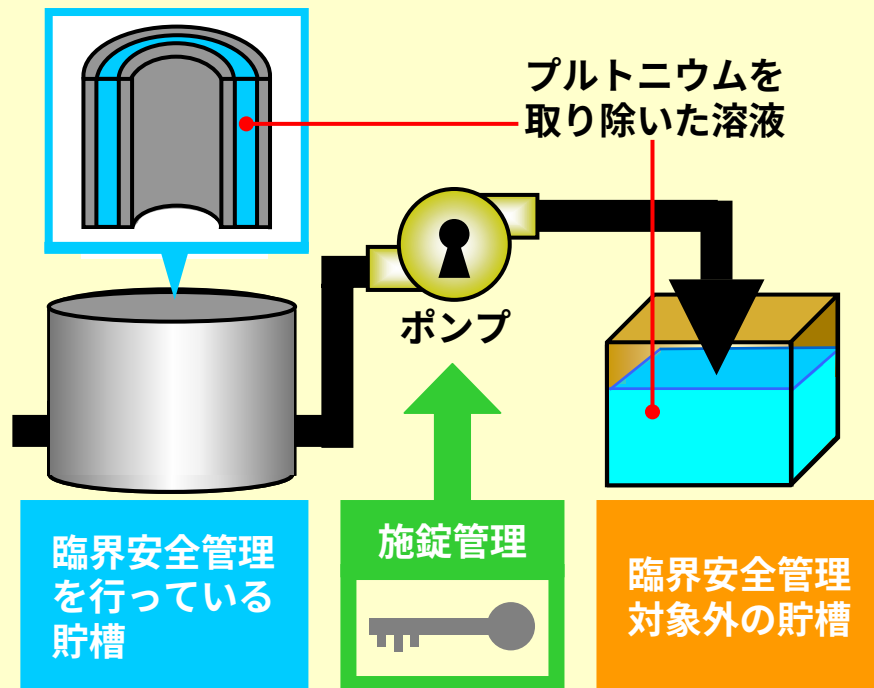
- 使用済燃料、高レベル放射性廃液を取り扱う機器等で、崩壊熱※により過度に温度が上昇するおそれのあるものは、冷却系統を二重化する等、確実に冷却

※崩壊熱：放射性物質の崩壊（原子核が自然に他の原子核に変わる現象）にともない発生する熱

Ⅱ－４．アクティブ試験中の安全対策（１/３）

臨界安全管理の一例

臨界安全管理を行っている貯槽から、臨界安全管理対象外の貯槽へプルトニウムを取り除いた溶液を移送する場合



- 臨界安全管理を行う機器から、臨界安全管理対象外の機器等への液の移送に使用するポンプは、通常動かないよう施錠
- この施錠の解除は、複数の人間（統括当直長、各施設当直長、運転員）により、「承認された分析値」が「移送を行うための臨界安全管理上の管理値」を満足しており、臨界のおそれがないことを確認後に実施



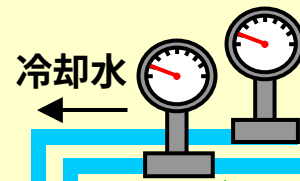
臨界安全を確認後、施錠を解除

Ⅱ－４．アクティブ試験中の安全対策（２/３）

崩壊熱除去管理の一例

高レベル廃液貯槽における 崩壊熱の除去管理

冷却水により
崩壊熱を除去



流量
確認

温度
確認

冷却コイル
(二重化)

- 崩壊熱により発生する熱を冷却するため、貯槽内に設置する冷却コイルや冷却水循環ポンプを多重化
- 冷却機能が正常に機能することを確認するため、貯槽内や冷却水系統に温度計を設置するとともに、ポンプが故障した場合の警報装置を設置
- 貯槽内の液温は中央制御室で常時監視するとともに、当直長、統括当直長が記録を確認

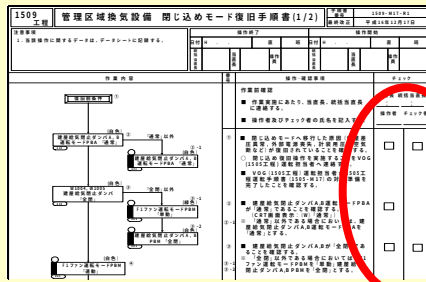


貯槽内の液温を確認することにより、
崩壊熱が除去されていることを確認

Ⅱ－４．アクティブ試験中の安全対策（3/3）

誤操作の未然防止に向けた対策の一例

手順書の重要操作に関する ダブルチェックの一例



中央制御室における注意喚起の 掲示の一例



- 重要操作のダブルチェックを運転要員へ徹底するとともに、注意喚起を掲示する等、誤操作の未然防止に向けた対策を実施
- 誤操作を防止するためのインターロック等の計測制御装置、警報装置等は、ウラン試験までの試験を通して、その性能が既に確認されており、さらにその機能を維持するため、保守、点検を実施

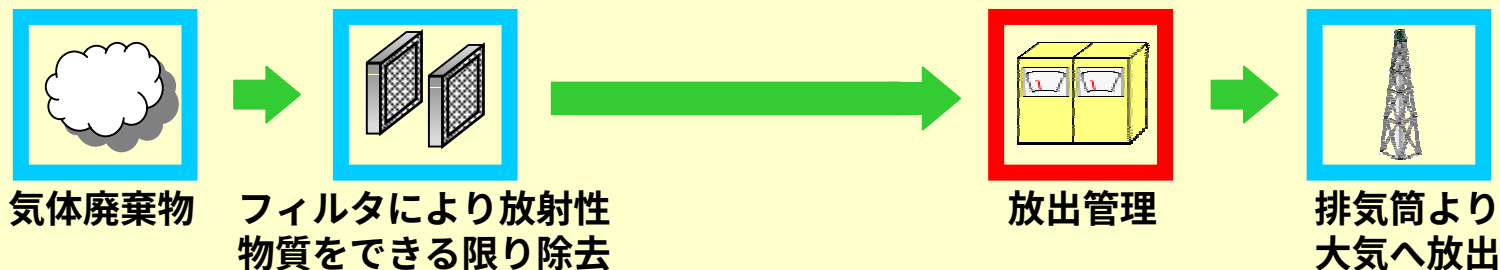


誤操作の未然防止

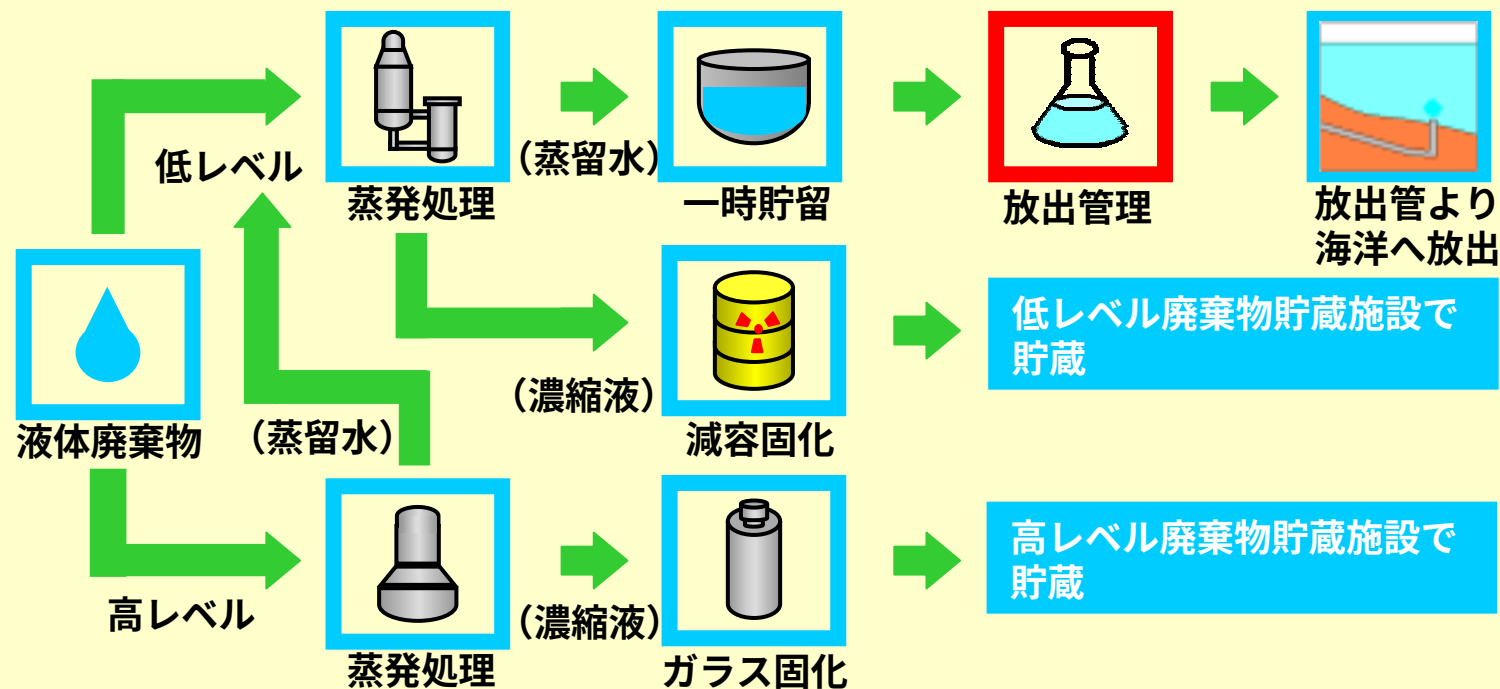
II-5. アクティブ試験中の放射線管理・放射性廃棄物の管理 (1/5)

放射性物質の放出の低減対策

気体廃棄物



液体廃棄物



II－５．アクティブ試験中の放射線管理・放射性廃棄物の管理（2/5）

放出管理目標値



気体廃棄物の放射能量

核 種	放出管理目標値 (ベクレル/年)
■ クリプトン85	3.3×10^{17}
■ トリチウム	1.9×10^{15}
■ 炭素14	5.2×10^{13}
■ よう素129	1.1×10^{10}
■ よう素131	1.7×10^{10}
■ その他核種 ・ α線を放出する核種 ・ α線を放出しない核種	3.3×10^8 9.4×10^{10}



液体廃棄物の放射能量

核 種	放出管理目標値 (ベクレル/年)
■ トリチウム	1.8×10^{16}
■ よう素129	4.3×10^{10}
■ よう素131	1.7×10^{11}
■ その他核種 ・ α線を放出する核種 ・ α線を放出しない核種	3.8×10^9 2.1×10^{11}

II-5 . アクティブ試験中の放射線管理・放射性廃棄物の管理 (3/5)

環境モニタリング



分析・評価

- 環境モニタリングの結果は、四半期毎に、専門家や学識経験者からなる「青森県原子力施設環境放射線等監視評価会議評価委員会」において評価
- 評価結果は、青森県発行「モニタリングつうしんあおもり」や当社ホームページ等で公表

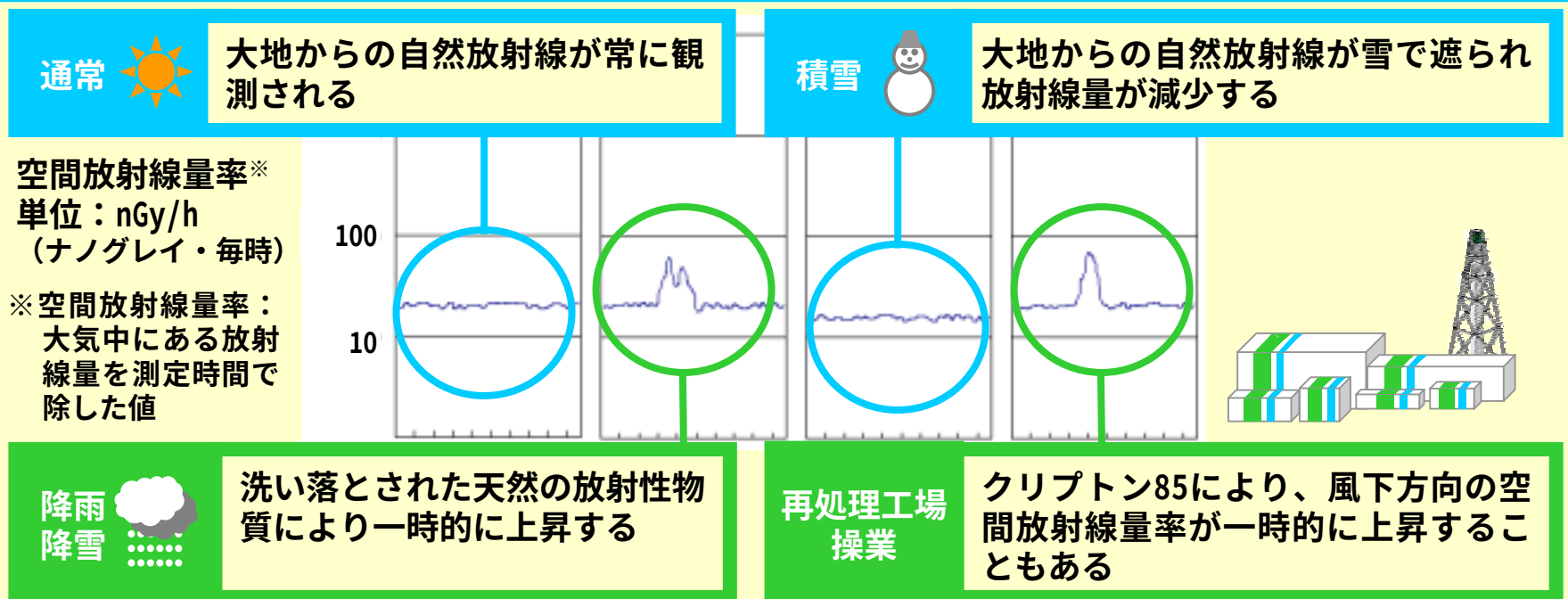


II-5 . アクティブ試験中の放射線管理・放射性廃棄物の管理 (4/5)

環境モニタリング値の変動

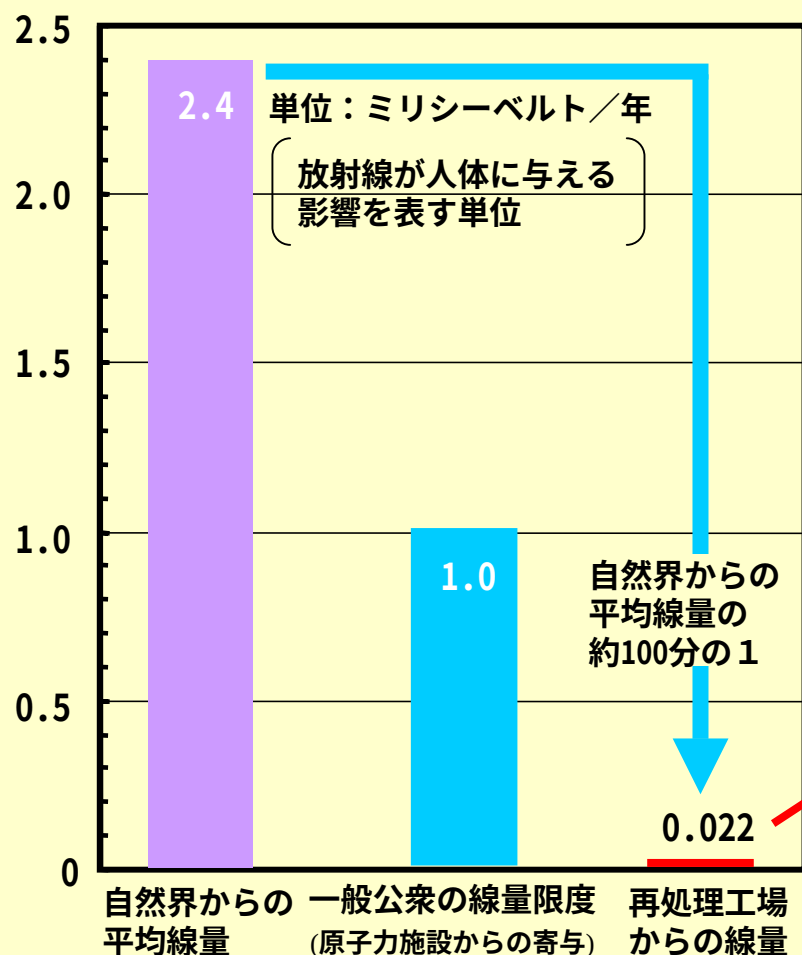
- 空間放射線量率は、天候による自然放射線の変動の他、アクティブ試験以降はクリプトン85の放出にともない、一時的に上昇することが見込まれる
- 環境試料では、トリチウム（海水、魚類）、炭素14（精米）の濃度等の変動（検出）も見込まれる

六ヶ所再処理工場運転時の空間放射線量率の変動イメージ



Ⅱ－５．アクティブ試験中の放射線管理・放射性廃棄物の管理（５/５）

放射性物質の放出にともなう影響



- 操業時に工場周辺で受ける線量は、最大に見積もっても、年間約0.022ミリシーベルト
- これは、
 - ・ 最大地点に1年間住み続ける
 - ・ 工場周辺でとれる農畜産物や海産物を日常的に食べ続ける
 - ・ 工場周辺の海で、ほぼ毎日漁業を行う
 - ・ これらをすべて一人の人に重ね合わせる等、安全側に立って評価した値

■ 法令に定める一般公衆の線量限度の年間1ミリシーベルトを十分に下回る
(自然界からの平均線量の約100分の1)

0.022ミリシーベルト／年の内訳

気体	クリプトン85	約0.0053	液体	トリチウム	約0.0016
	トリチウム	約0.0028		よう素129	約0.00032
	炭素14	約0.0077		よう素131	約0.00039
	その他	約0.0033		その他	約0.0007
	合計	約0.019		合計	約0.0031

単位：ミリシーベルト／年

II-6. まとめ

- アクティブ試験においても、試験計画書の確認事項を確実に確認していくとともに、不適合等を抽出し、是正及び予防措置を行い、合わせて運転要員等の技術的能力の向上を図る



アクティブ試験計画の妥当性

■平成17年12月	■アクティブ試験計画書を取りまとめ、原子力安全・保安院に提出、公表
■平成18年 1月	■アクティブ試験計画書の補正版を、原子力安全・保安院に提出、公表
■平成18年 2月	■アクティブ試験計画書の原子力安全・保安院の確認

Ⅲ．アクティブ試験時に発生が予想されるトラブル等とその対応

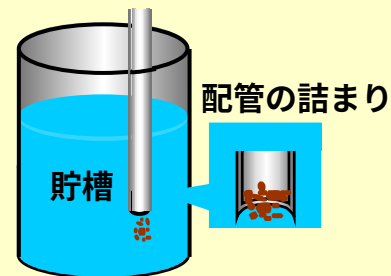
III-1. アクティブ試験で発生が予想されるトラブル等 (1/2)

トラブル等の基本的な考え方

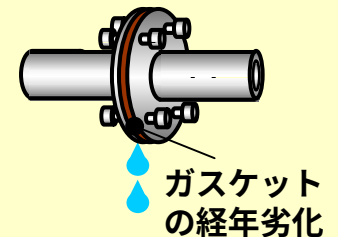
- 再処理工場では、多重防護の考えに基づく安全対策により、臨界・爆発事故のような重大な事故の発生を防止
- さらに、仮に臨界・爆発事故等が発生した場合も想定し、安全評価を行い、工場外への影響が十分小さいことを確認

軽微な機器故障等が発生する可能性

- 再処理工場は、規模の大きな化学工場でもあり、数多くの機器や設備があることから、軽微な機器故障等が発生する可能性あり
- また、アクティブ試験以降は実際の使用済燃料を再処理することから、析出物や異物による配管の詰まりが発生しやすくなるとともに、長期的には腐食による故障等が発生する可能性あり



析出物等による
配管の詰まり
(建屋内)



配管の継手部からの
軽度な放射性液体の
漏えい (建屋内)

III-1. アクティブ試験で発生が予想されるトラブル等 (2/2)

トラブル事例集

■平成16年6月

■ウラン試験中に発生が予想されるトラブル等の事例集「再処理工場のウラン試験時に発生が予想されるトラブル等とその対応について」において130件を公表



■平成16年9月

■皆さまのご意見等を反映し、ヒューマンエラーに起因する事例等を追加し、計190件の事例集として改訂、公表



■平成17年9月

■使用済燃料受入れ・貯蔵施設での事例等7件を追加し、再処理工場全体の事例集として改訂、公表



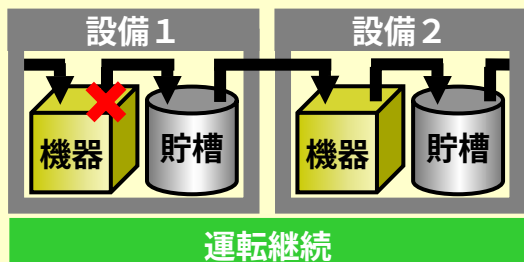
■平成18年2月

- アクティブ試験以降に発生が予想される事例の追加等を行い、229件の事例集として改訂、公表
- 事例内容は「再処理工場のアクティブ試験時に発生が予想されるトラブル等とその対応について」の抜粋版を参照

III-2. トラブル等の復旧方法の基本的な考え方

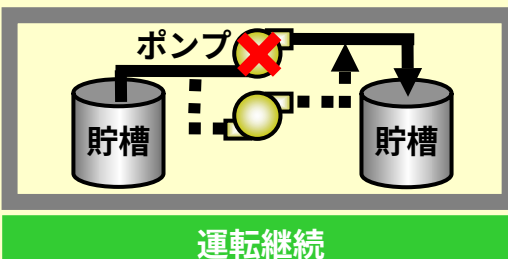
① 運転を継続しながら復旧する場合

当該機器の運転を継続しながら、清掃や調整等により復旧



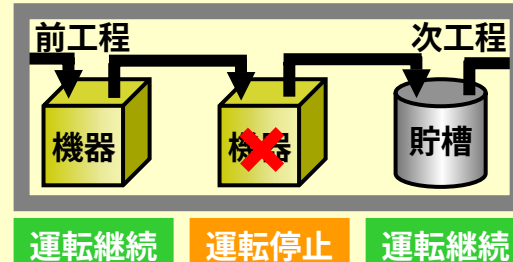
② システムを切り替えて復旧する場合

予備機がある機器が故障した場合、予備機に切り替えて、運転を継続し、故障した機器を復旧



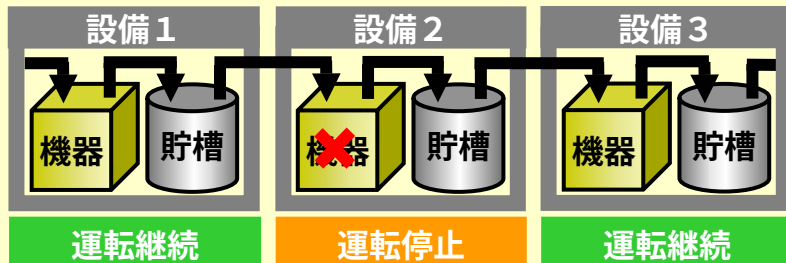
③ 当該機器を停止して復旧する場合

当該機器のみ停止し、その前後の機器の運転を継続しながら停止した機器を復旧



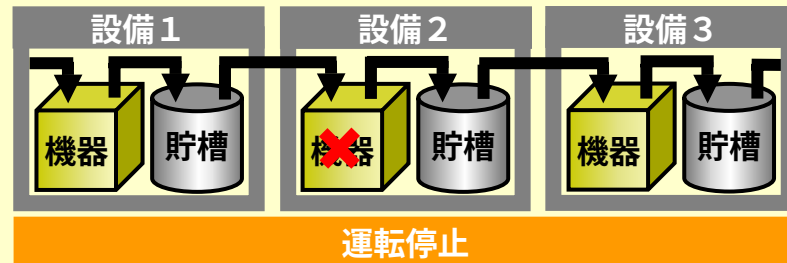
④ 当該設備を停止して復旧する場合

故障した機器が設置されている当該設備を停止し、その前後の設備の運転を継続しながら故障した機器を復旧



⑤ 影響の範囲の設備を停止して復旧する場合

故障した機器の影響を受けるすべての設備を停止して、故障した機器を復旧



III-3. トラブル等の連絡・公表の基本的な考え方 (1/2)

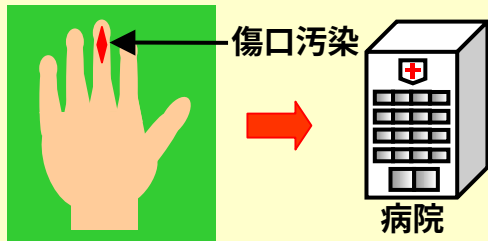
ウラン試験時と同様に事象の影響に応じて連絡・公表

情報区分		公表区分
■ A 情報 (直ちに情報)	- 安全協定報告事象等 - 社会的影響が出るおそれのある事象	夜間・休祭日を問わず速やかにプレス公表、ホームページ掲載
	緊急性はないが上記に準ずる事象	夜間を除き、休祭日を問わず速やかにプレス公表、ホームページ掲載
■ B 情報 (速やか情報)	事象の進展又は状況の変化によっては、安全協定報告対象になるおそれのある事象等	翌平日の午後にホームページ掲載
■ C 情報 (お知らせ情報)	軽度な不具合、漏えい、汚染等、特に連絡を要する事象	翌平日の午後にホームページ掲載
その他	運転情報 (日報) 通常の試験・運転時に発生するごく軽度な機器故障等	翌平日の午後にホームページ掲載
	運転情報 (月報) - 清掃や調整等で復旧可能な機器停止等 - 不適合等、主な保守・補修作業の予定	毎月集約して件名をホームページ掲載

III-3. トラブル等の連絡・公表の基本的な考え方 (2/2)

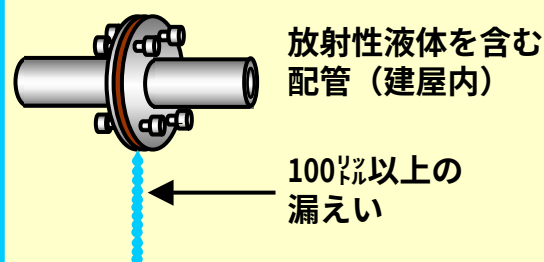
トラブル等の連絡・公表の事象例

A 情報の一例



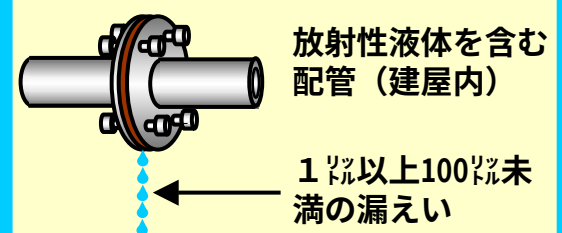
放射線業務従事者が傷口を放射性物質で汚染し、医療措置が必要な場合

A 情報の一例



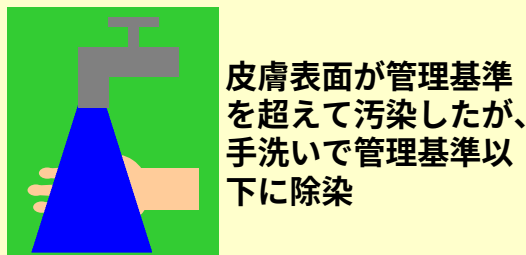
建屋内の配管の継手部から、100%以上の放射性液体が漏えいした場合

B 情報の一例



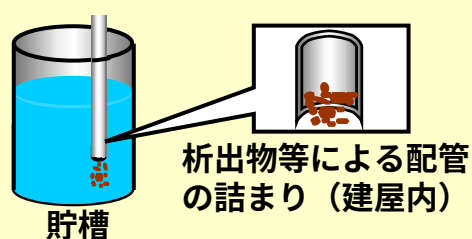
建屋内の配管の継手部から、1%以上100%未満の放射性液体が漏えいした場合

C 情報の一例



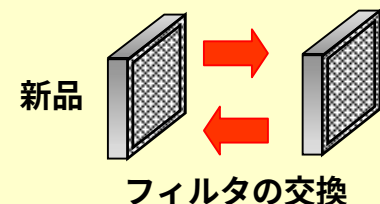
放射性物質による作業員の軽度な汚染（手洗い等、簡易な処置で除染できた場合）

運転情報（日報）の一例



配管に析出物等が詰まって故障し、洗浄では析出物を除去できずに補修が必要な場合

運転情報（月報）の一例



放射性物質除去のためのフィルタの交換（保守作業の例）

III-4. トラブル等の情報提供

- トラブル等の情報については、ウラン試験と同様に事象の影響を整理し、公表
- これらトラブル等の情報は、「日本原燃サイクル情報センター」等、当社PR施設に配置するとともに、ホームページ等へ掲載
- 合わせて、皆さまからのご質問等にお答えしてまいりたい

日本原燃サイクル情報センター



〒030-0802 青森市本町一丁目2番15号
(第一生命ビル1階)
TEL017-731-1563 FAX017-731-1657

日本原燃ホームページ



<http://www.jnfl.co.jp>