

核燃料施設等の新規制基準の 概要



対象となる施設

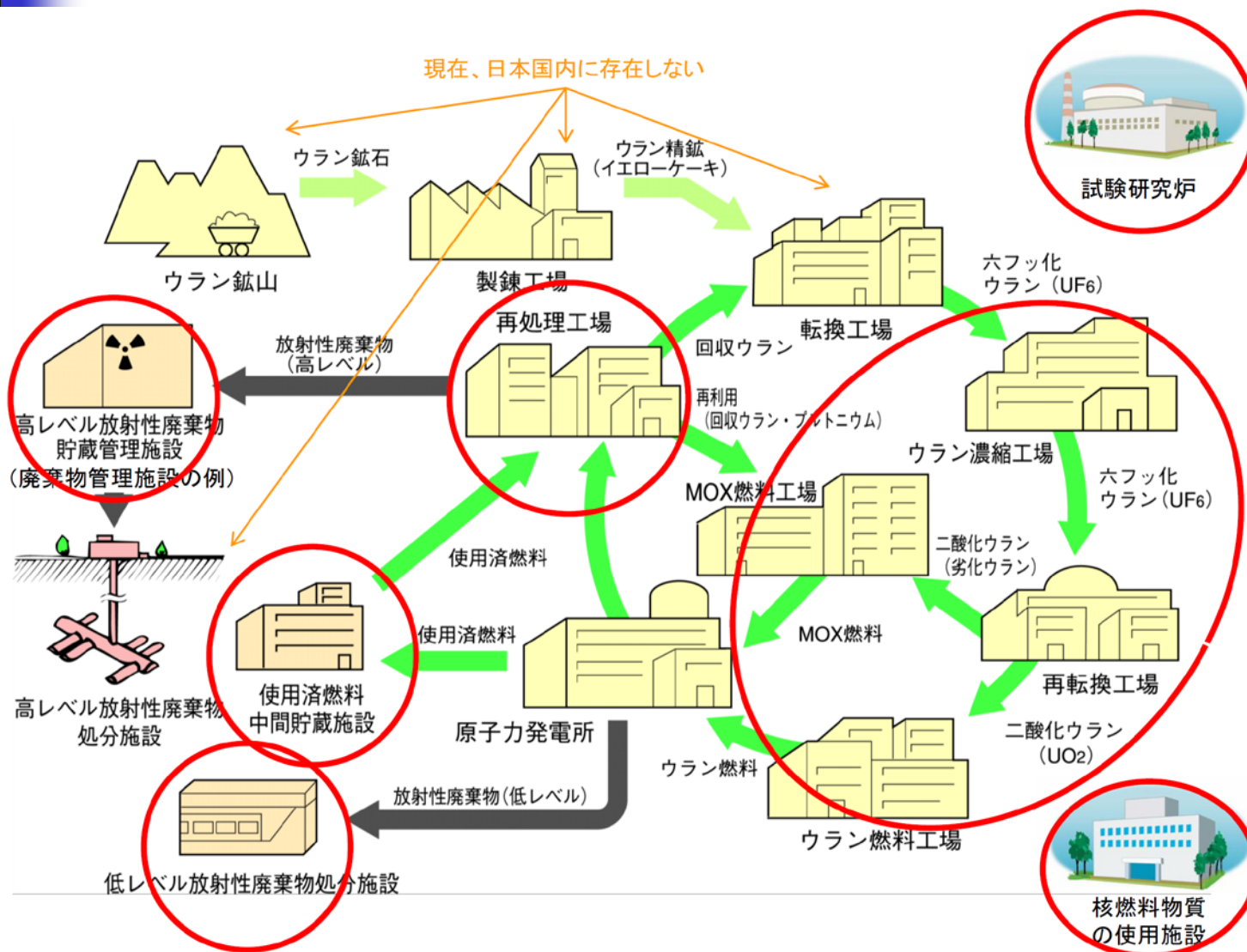
- 核燃料加工施設(7)
- 使用済燃料貯蔵施設(1)
- 使用済燃料再処理施設(2)
- 廃棄物埋設施設(2)
- 廃棄物管理施設(2)
- 核燃料物質使用施設(大型施設15)
- 試験研究用原子炉施設(22)

核燃料
施設

等

()内は、国内事業所数

対象となる施設





動力炉との共通点と相違点

- 動力炉との共通点
 - 達成すべき目的(放射線リスクからの人及び環境の保護)
 - 閉じ込め機能の維持
- 動力炉との相違点
 - 臨界安全
 - 未臨界状態を担保する必要がある(研究炉以外)
 - 崩壊熱
 - 崩壊熱が全般的に小さいため、一部の事象(臨界事故、爆発)や一部の施設を除き、異常が発生したときの進展は比較的緩やか
 - 温度・圧力
 - 常温・低圧で核燃料を取り扱う施設がほとんど
 - 多様な事故シナリオ
 - 施設の種類が多く、内部の工程も多様・複雑
 - 安全性を担保する期間
 - 廃棄物埋設施設では、安全性を担保する期間が極めて長い



共通の基本的な考え方

- 深層防護の考え方に則る
- 施設のリスクの大きさと特徴に応じた規制内容とする (graded approach)
 - 核燃料施設等は、施設の種類によって、その特徴が大きく異なることから、施設毎に基準を策定
 - 例：再処理施設、核燃料加工施設については、原子炉等規制法の要求に則り、重大事故を想定した対応を求める。
 - 例：高出力の試験研究炉および核燃料物質使用施設の一部については、原子炉等規制法に要求はないものの、「重大事故を想定した対応」相当の対応を求める
 - 例：廃棄物埋設施設については、管理期間中の適切な管理・定期的な評価・管理終了段階の安全性評価など後段規制を重視
- 設計基準に関する項目は、従来の指針に加え、動力炉の新規制基準の考え方を必要に応じて準用



共通の基本的な考え方

- 性能要求をベースとする
 - 多様な施設に対応可能とする
- 国際的に確立された基準を参考にする
 - 原子力基本法の考え方に基づく(第二条2項:前項の安全の確保については、確立された国際的な基準を踏まえ、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的として、行うものとする。)
- 福島第一原子力発電所事故の教訓を取り入れる
- 事業者の自主的な安全評価を通じ、継続的改善を図る
 - 例:再処理施設及び加工施設における安全性向上のための評価



再処理施設基準の基本的考え方

- 動力炉との共通点と相違点
 - 放射性物質インベントリの総量は同程度
 - 放射性物質が各工程に分散
 - 臨界状態にしない
 - 常温・大気圧の工程が多く、事故時対応の時間的余裕が比較的大きい
- 基本的考え方
 - 従来の再処理施設安全指針における考え方をベースに
 - 動力炉の規制基準の考え方の一部を準用
 - 事故時対応の時間的余裕が比較的大きいこと、事故シナリオが多様であることから、重大事故対処設備は、恒設設備ではなく、可搬型設備を基本とする



再処理施設の規制基準

■ 設計基準

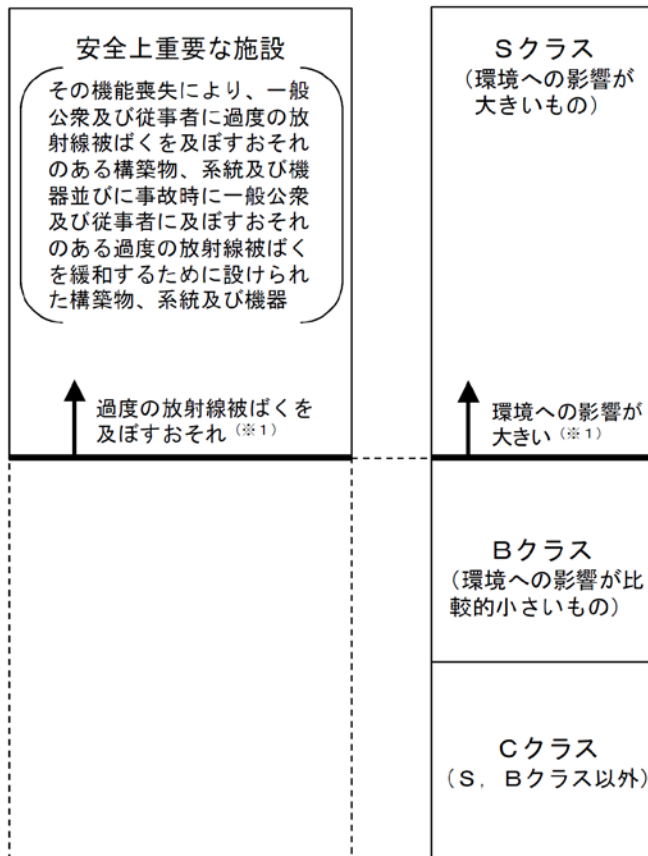
- 安全重要度と耐震重要度の関係を整理
- 地震・津波評価方法の厳格化(動力炉と同等)
- 地震・津波以外で考慮すべき自然現象の明確化
- 火災防護対策の強化
- 外部人為事象、内部発生飛来物、内部溢水、環境条件、運転員操作、通信連絡設備、計装制御系(閉じ込め・再臨界)の考慮を明確化
- 一定時間の外部電源喪失の考慮

■ 重大事故対策(新規)

- リスクプロファイルに基づき重大事故を選定、対策と有効性評価
- 放射性物質・放射線の敷地外への放出抑制、意図的な航空機落下への対策

安全重要度と耐震重要度の整理

現行指針

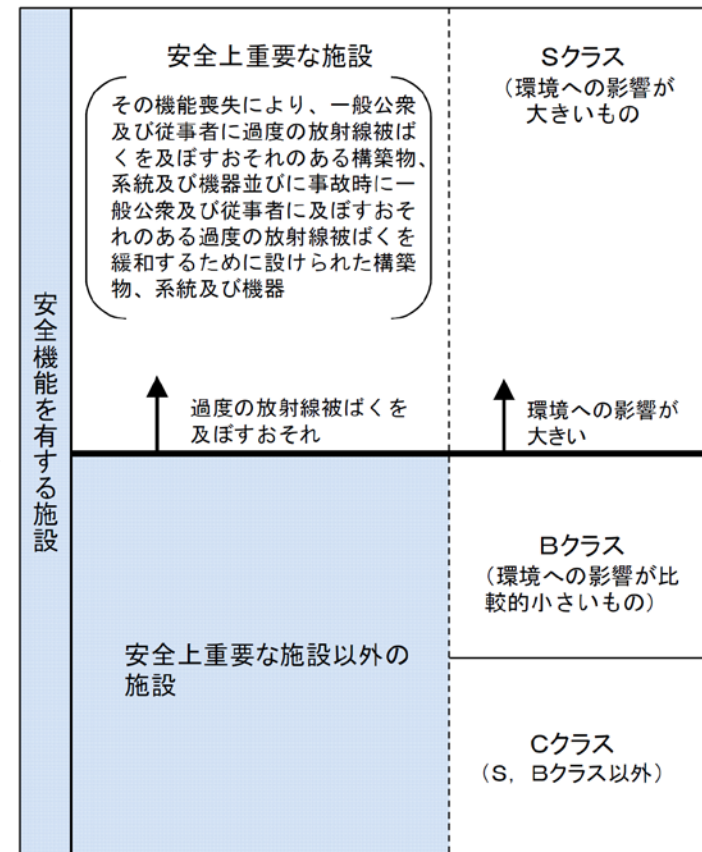


※ 施設とは、構築物、系統及び機器をいう。

※1 「過度の放射線被ばくを及ぼすおそれ」及び「環境への影響が大きい」は、いずれも、「周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故あたり5mSvを超える」として運用。

新規制基準(設計基準)

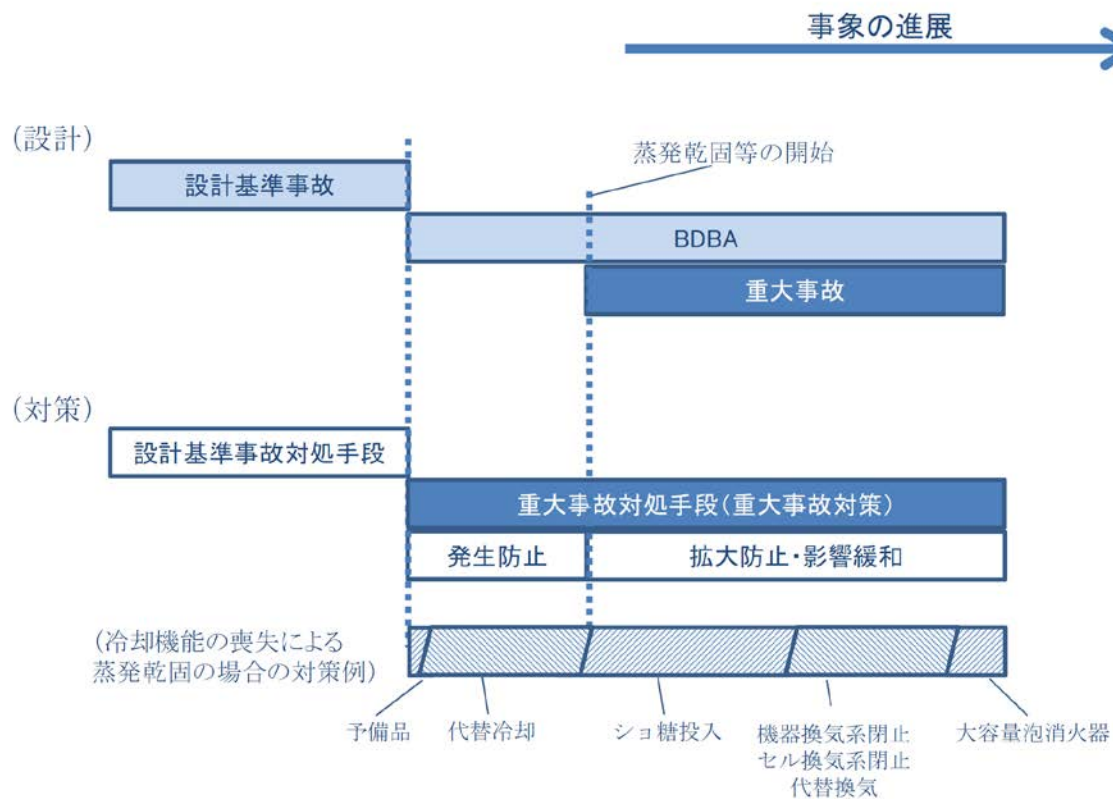
安全上重要な施設と耐震設計上の重要度分類は、原則として以下のように関連づける。



「過度の放射線被ばくを及ぼすおそれ」と「環境への影響が大きい」の意味は、共に、「周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故あたり5mSvを超える」と整理する。

再処理施設の重大事故の考え方

- 動力炉では「炉心損傷」で「重大事故に至る恐れのある事故」と「重大事故」の明確な線引きができるが、再処理施設では単一の事象で両者を区別することは難しい。
- そこで、以下のように考える。(高レベル廃液の蒸発乾固の例)





再処理施設の重大事故

- 再処理施設における重大事故とは、設計基準事故を超える事故（B-DBA）のうち、大きな影響を及ぼす以下のものをいう。
 - 臨界事故
 - :安全対策（濃度管理、送液（施錠管理））から逸脱し、臨界事故が発生。
 - 冷却機能の喪失による蒸発乾固
 - 冷却機能が喪失すると、廃液等が沸騰し、蒸発乾固が発生。
 - 放射線分解により発生する水素の爆発
 - 水素掃気機能が喪失すると、放射線分解で発生した水素が滞留し、水素濃度が可燃限界濃度を超えて爆発が発生。
 - 溶媒等の火災・爆発
 - 溶媒等がセルへ漏えいし、温度が上昇して引火点に達し、着火して火災・爆発が発生。
 - 使用済燃料貯蔵プールの燃料損傷
 - 冷却機能が喪失すると、プール水が蒸発し、使用済燃料の著しい損傷が発生。
 - 放射性物質の漏えい
 - セル内又は建屋内において放射性物質の漏えいが発生。

再処理施設の重大事故対策の例

(冷却機能喪失による蒸発乾固の例)

- 冷却機能の喪失により発生する蒸発乾固に対処するため、

①蒸発乾固の発生防止に関する手段

(例) 代替冷却設備や回収・移送設備、冷却管を用いた直接注水設備 等

②蒸発乾固の抑制・進展を遅延する手段

(例) ショ糖の投入 等

③機器換気系の流路を閉止して放射性物質をセル内へ導く手段

(例) 閉止弁、密閉式ダンパ、水封安全器 0033等01

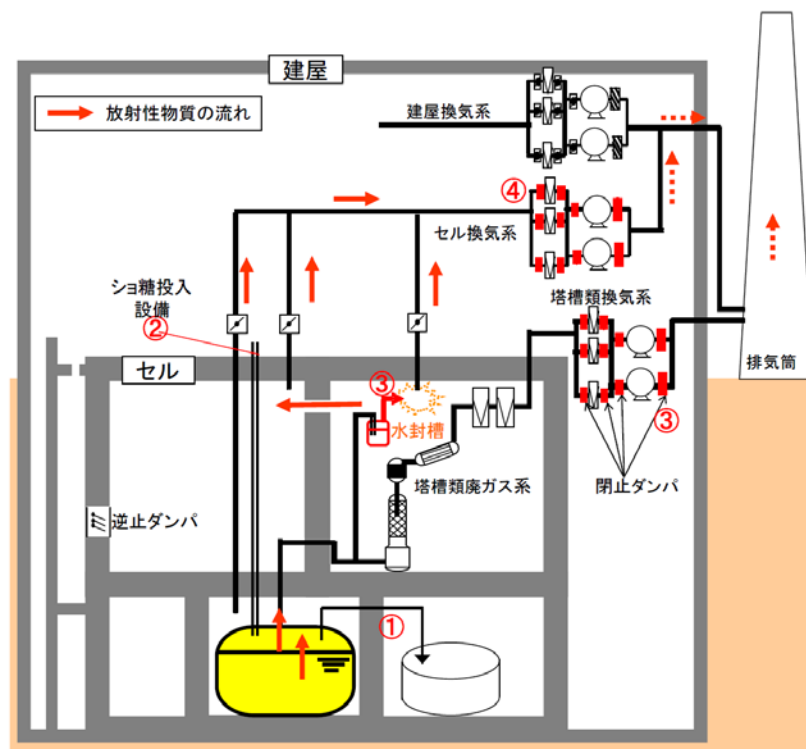
④影響緩和に関する手段

(例) 代替のセル換気設備 等

をそれぞれ整備。



放射性物質の著しい放出の防止





加工施設基準の基本的考え方

- 動力炉との共通点と相違点
 - 臨界状態にしない
 - 常温・低圧で核燃料物質を取り扱い
 - 冷却不要
 - 放射性物質の種類と量が限定的(FP含まず)
- 基本的考え方
 - 閉じ込めと臨界防止が主眼となる
 - 事故時対応の時間的余裕が大きいことから、重大事故対処設備は、恒設設備ではなく、可搬型設備を想定する



燃料加工施設の規制基準

■ 設計基準

- 従来、「最大想定事故」としていたものを「設計基準事故」に。
- 安全重要度と耐震重要度の関係を整理(再処理施設と同じ)
- 発生事故あたり、周辺公衆への実効線量が5mSvを超える施設は、ウラン・MOX加工施設共にSクラス
- ウラン加工施設については、静的地震力の割り増し
- 地震・津波以外で考慮すべき自然現象の明確化
- 火災防護対策の強化
- 外部人為事象、内部発生飛来物、内部溢水、環境条件、運転員操作、通信連絡設備、信頼性の考慮を明確化

■ 重大事故対策(新規)

- 対策と有効性評価
- UF₆の化学的影響を考慮した重大事故対策

加工施設の重大事故の考え方

- 当初は、MOX加工施設のみにも重大事故対策を求める方向性で検討が進んでいたが、最終的には、周辺に著しい影響を与える恐れのある事故（周辺公衆の被ばく線量が5mSvを超える）が発生しうる施設に対して、重大事故対策を求めることに。
- 実態として、周辺に著しい影響を与える恐れのある事故が発生しうる施設は、MOX加工施設が主体と想定される
 - ウラン加工施設(5wt%以下)は扱っているウランの比放射能が小さく、これまでに臨界事故が発生した例がない
- 重大事故とは、設計基準を超える事故のうち、建屋や換気設備の閉じ込め機能喪失、臨界事故をいう。
- なお、例えばMOX加工施設においては、従来、最大想定事故評価において、閉じ込め機能の喪失、臨界事故を想定している。従って、重大事故になるかどうかは、設計基準の想定より厳しい条件(例:多重故障)などにより、周辺により重大な影響を与えるかどうかによる。例えば、臨界事故でも、「設計基準の臨界事故」「重大事故の臨界事故」が存在する。

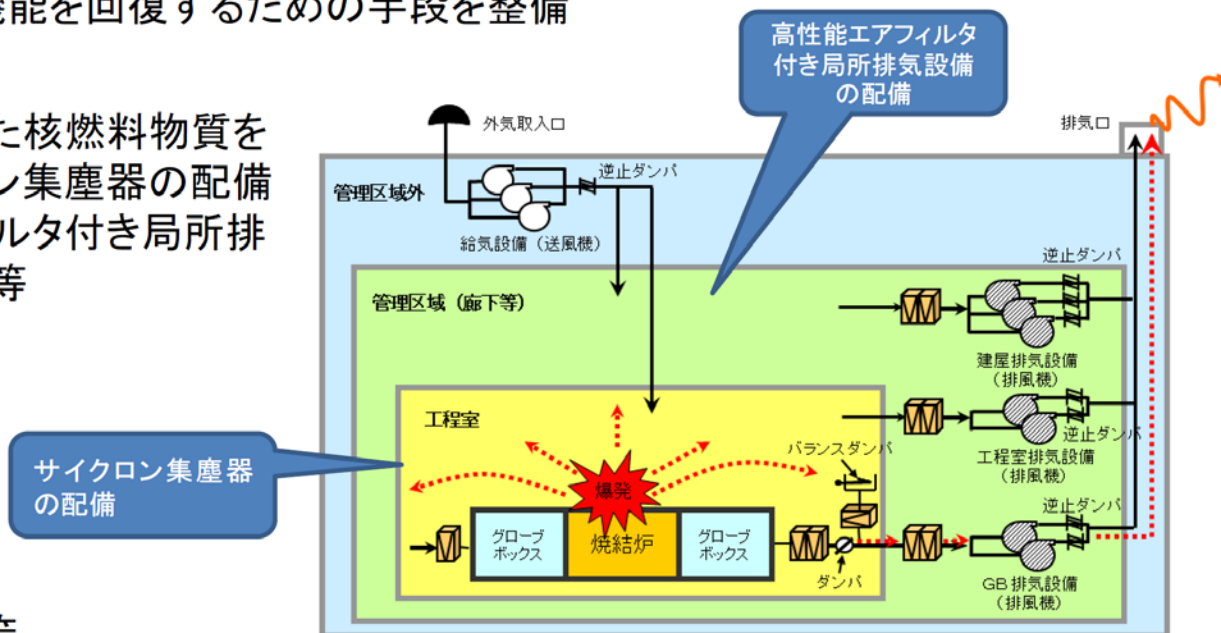
加工施設の重大事故の対策例

■ 閉じ込め機能の喪失による事故の対策

- 閉じ込めの機能の喪失による事故に対処するため、事故を収束するための手段及び閉じ込め機能を回復するための手段を整備

(例)

- ・ 飛散・漏えいした核燃料物質を回収するサイクロン集塵器の配備
- ・ 高性能エアフィルタ付き局所排気設備の配備 等



■ 臨界事故の対策

- 臨界に対処するため、臨界事故の収束・再発防止に関する手段及び影響緩和に関する手段を整備

(例) 中性子吸収材、中性子線の遮へい材等の準備 等



試験研究炉の特徴(動力炉との相違点)

- 動力炉に比べて一般的に低出力
- 炉心が常温・低圧であるものが多い
- 事故の進展が緩やか
- 出力の観点から大きな差異がある
 - 低出力炉: 炉心の冠水が維持できなくても外部影響小
 - 「止める」だけで「閉じ込め」可能
 - 高・中出力炉: 炉心の冠水維持は必要
 - 「止める」「冷やす」「閉じ込める」が必要
 - 「止めた」状態で炉心の強制冷却は一般的に不要
- 様々な実験機器
- 外部者(研究者・見学者)の立ち入り
- 炉心タイプも含めて多種多様な施設・設備



試験研究炉基準の基本的考え方

- 既設炉を対象
- 出力レベルに応じた要求(graded approach)
 - 水冷却炉:「研究炉設計指針」をベースとする
 - HTTR:「研究炉設計指針」をベースに、固有の特徴(黒鉛の使用、高温)などを考慮
 - 常陽:「研究炉設計指針」をベースに、高速増殖炉指針などを考慮
- 高出力炉については、設計基準を超える事象を想定
 - 周辺公衆に大きな影響を与える可能性がある
 - 原子炉等規制法では要求されていないが、実質「重大事故」相当の扱い
- 新基準では基本部分を性能規定し、炉型に固有の事項などは、個別審査で確認



試験研究炉の規制基準

■ 設計基準

- 地震・津波の評価方法を厳格化
- 外部人為事象などに対する考慮を明確化
- 敷地内の(外部の)研究者や見学者に対する事故の発生・指示を行うための対策

■ 設計基準を超える事象

- 500kW以上の高出力炉については、設計基準を超える事象に対する対策を求める
- 設計基準を超える事象の例：
 - 水冷却炉：冠水維持ができず、燃料損傷に至る
 - HTTR：黒鉛と水/酸素の反応により可燃性ガスの発生、爆発
 - 常陽：崩壊熱除去失敗による燃料損傷

試験研究炉(設計基準を超える事象への対応)

- 水冷却炉
 - 原子炉プールの水位低下への対策
 - 使用済み燃料プールの冷却機能喪失への対策
- HTTR
 - 想定を超える炉心への空気/水浸入時の影響緩和対策
- 常陽
 - 設計基準事故よりさらに発生頻度は低いが、周辺公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与える可能性のある事象の発生防止、影響緩和策
 - 反応度投入&ATWS、冷却材流量減少&ATWSなど

使用済燃料貯蔵施設基準の基本的考え方と規制基準

- 基本的考え方
 - 金属製乾式キャスクによる貯蔵に適用。(コンクリートキャスクなどに対する基準は別途検討)
 - 従来 of 指針をベースとする
- 設計要求事項
 - 閉じ込め・遮へい・臨界防止・除熱機能の基本的安全機能の維持について、従来通りの要求
 - 金属キャスクからの放射線監視の明確化

第二種廃棄物埋設施設基準の基本的考え方と規制基準

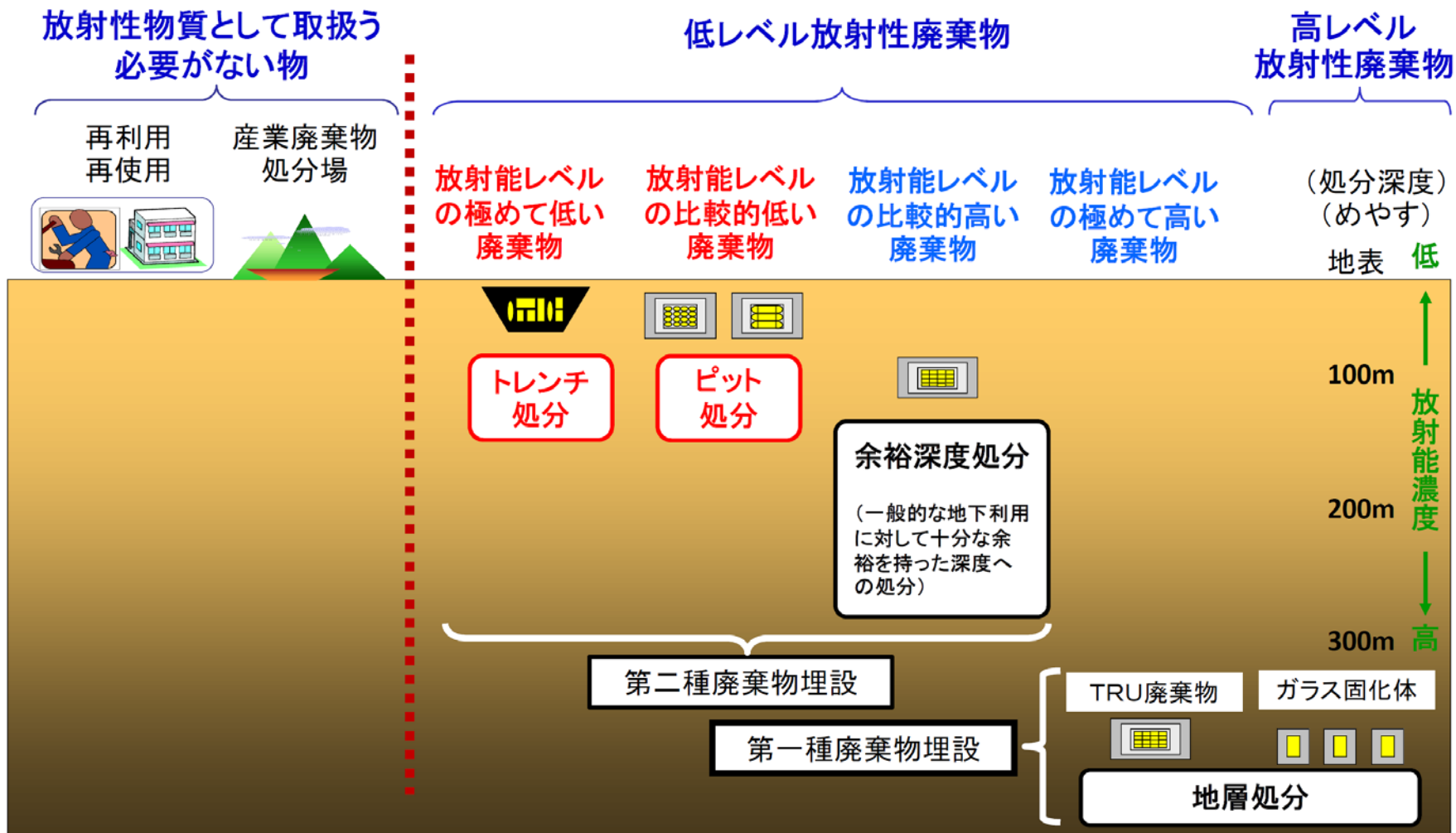
■ 基本的考え方

- 対象施設がすでに存在するトレンチ及びピット処分(いずれも第二種廃棄物埋設)に適用。第一種(地層処分)については、改めて検討。
- 従来指針(原子力安全委員会「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方」)に則る
- 廃止措置計画の認可を受けるまで設計で要求した機能が維持されるように、埋設地の保全を要求
 - 埋設段階: 閉じ込め機能、保全段階以降: 移行抑制機能
- 埋設地の保全を必要としない状態に移行する見通しがあることを判断する基準を規程
- 管理期間中における定期的な評価など、後段規制を強化

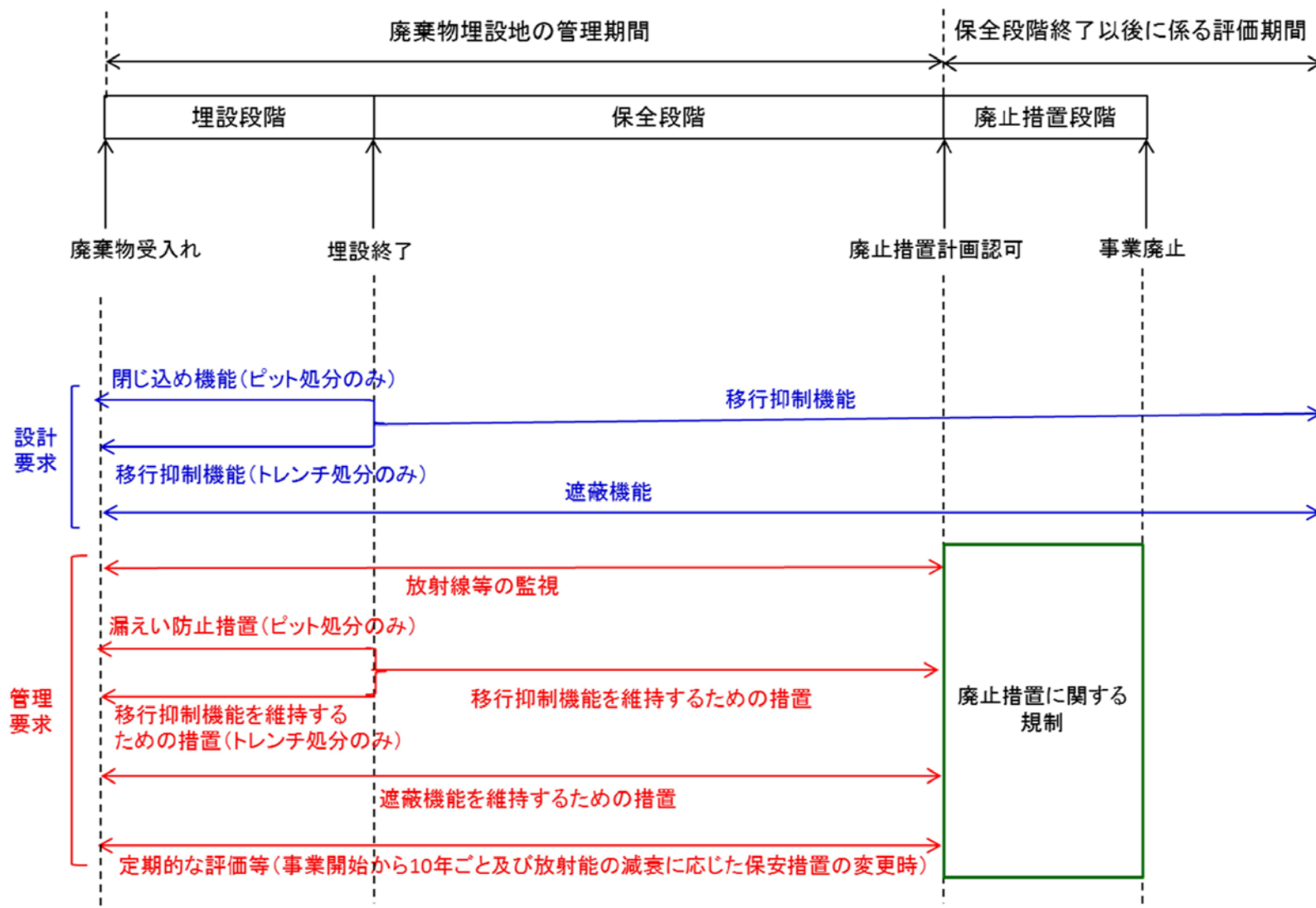
■ 設計要求事項

- 閉じ込め、移行抑制、遮へい機能、放射線監視、放射線防護、自然現象に対する考慮、など

第二種廃棄物埋設施設



第二種廃棄物埋設施設





廃棄物管理施設基準の基本的考え方と規制基準

■ 基本的考え方

- 従来は、廃棄物を発生させる施設に関する基準を引用する形としていた
- 廃棄物管理施設に対する規制基準を策定
- 既存の廃棄物管理施設へ適用
- 地震・津波に関する最新の知見を反映
- 経年変化を含む定期的な評価を新たに導入

■ 設計要求事項

- 放射性物質の漏洩防止、冷却機能、貯蔵容量、放射線監視、放射線防護、自然現象に対する考慮など

核燃料物質使用施設基準の基本的考え方と規制基準

- 基本的な考え方
 - 全ての核燃料物質使用施設に共通する安全対策を要求
 - 閉じ込め、遮へい、火災・爆発など
 - 核燃料物質の取り扱い量が多い施設(施設検査対象施設)については、加工施設および再処理施設の規制基準を参考に基準を策定
- 施設検査対象施設の規制基準
 - 地震・津波の評価方法の厳格化
 - 外部人為事象、内部発生飛来物、内部溢水、化学薬品の内部漏えいに対する考慮の明確化
 - 「設計評価事故」および「設計評価事故に加えて評価すべき事故」を考慮。後者(重大事故相当)については、発生事故あたり5mSvを超える恐れのある場合について、事故の発生・拡大防止、緩和対策を要求



まとめ

- 原子力安全確保のための基本的考え方
- 動力炉の新規制基準
- 核燃料サイクル施設の新規制基準