

東海再処理施設の廃止措置計画

平成30年9月12日

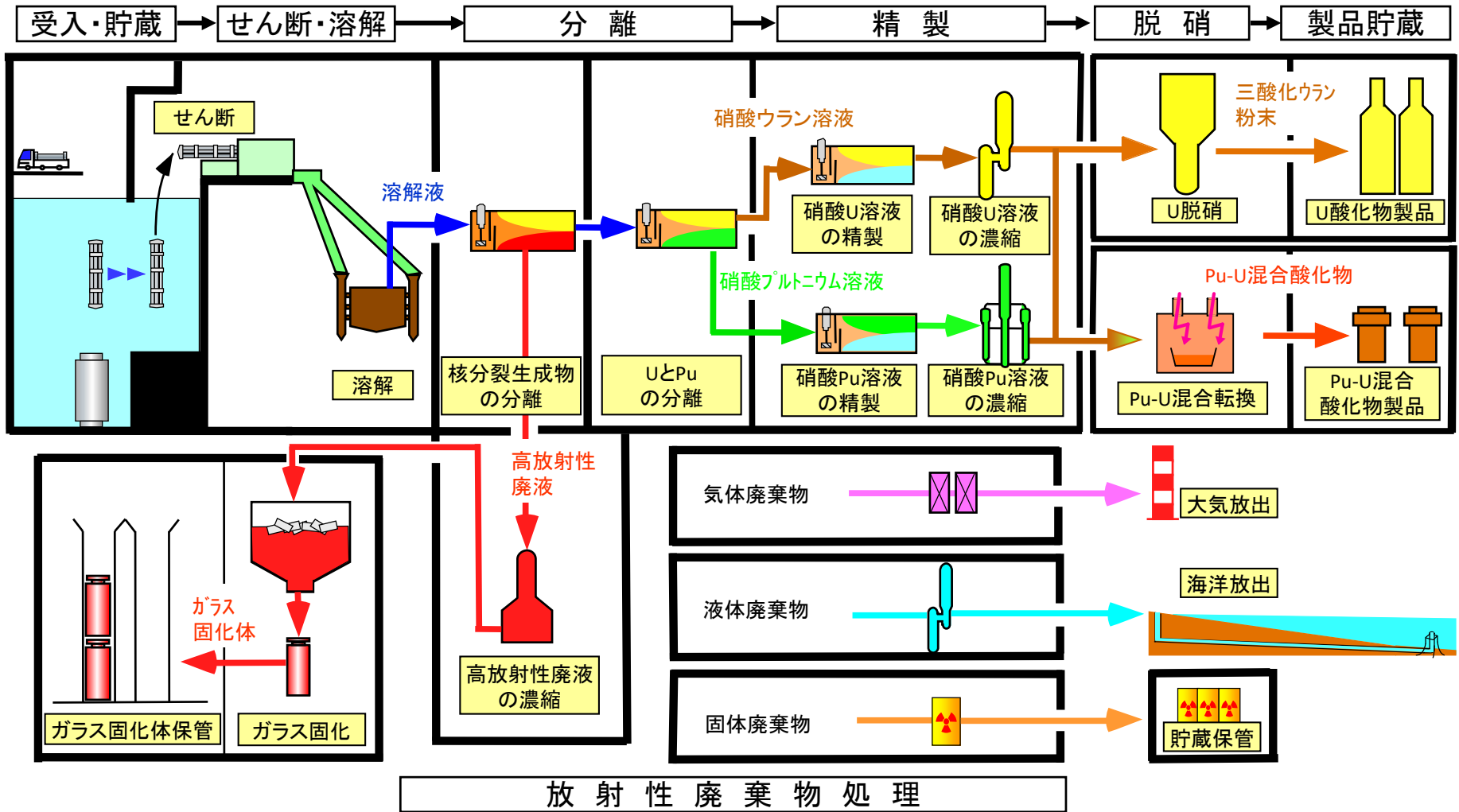
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

1. 東海再処理施設の概要

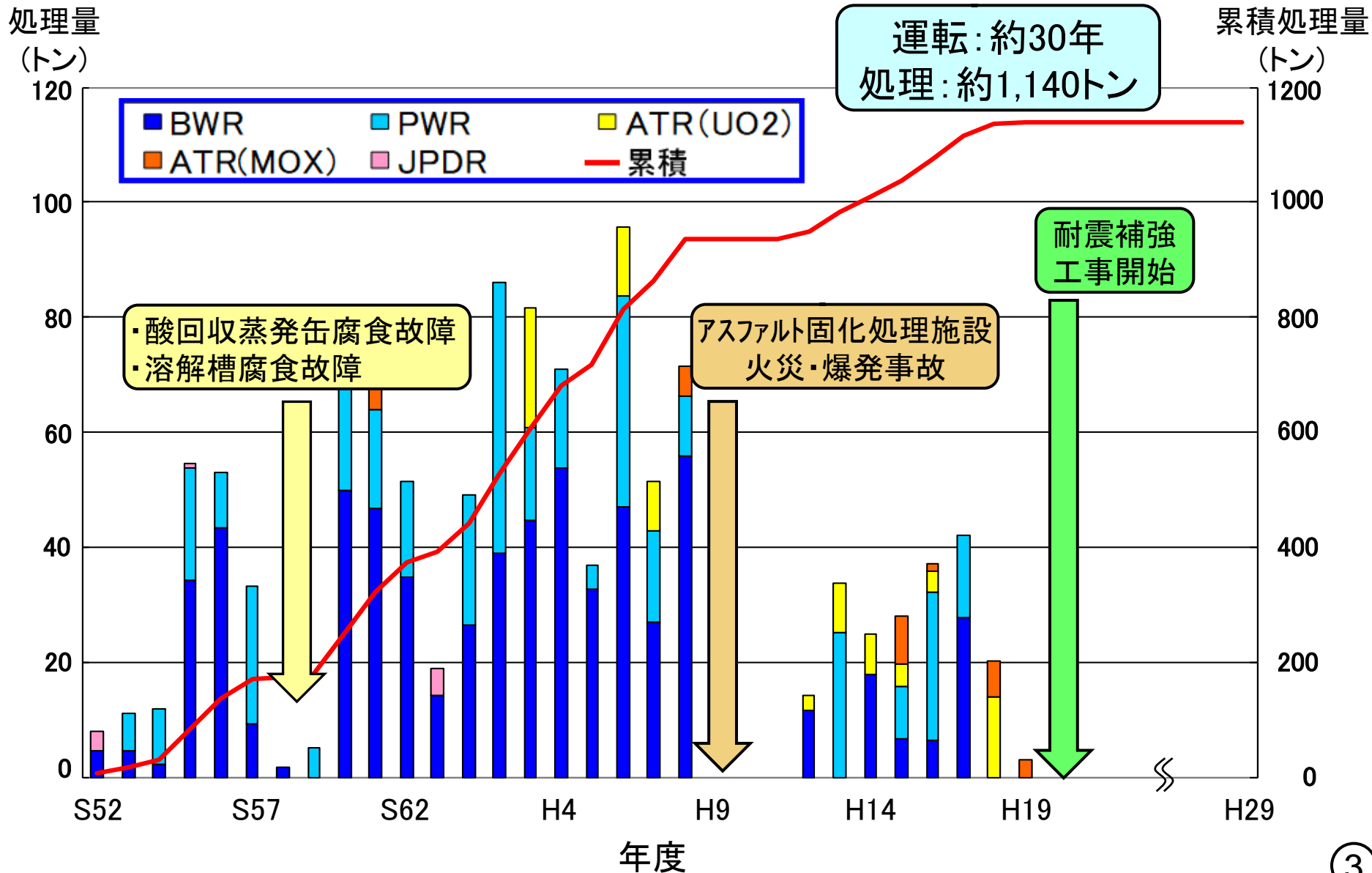
— 施設の位置 —



— 再処理プロセス概要 —



— 運転実績 —



— 成果 —

累積処理量約1,140トンに及ぶ実用レベルでの安定運転及び独自技術の開発等を通して、再処理技術の国内定着に先導的役割を果たした。

○社会的な側面から

- 非核兵器国としての再処理を実現
- 再処理技術者等国内産業基盤の育成に寄与 等

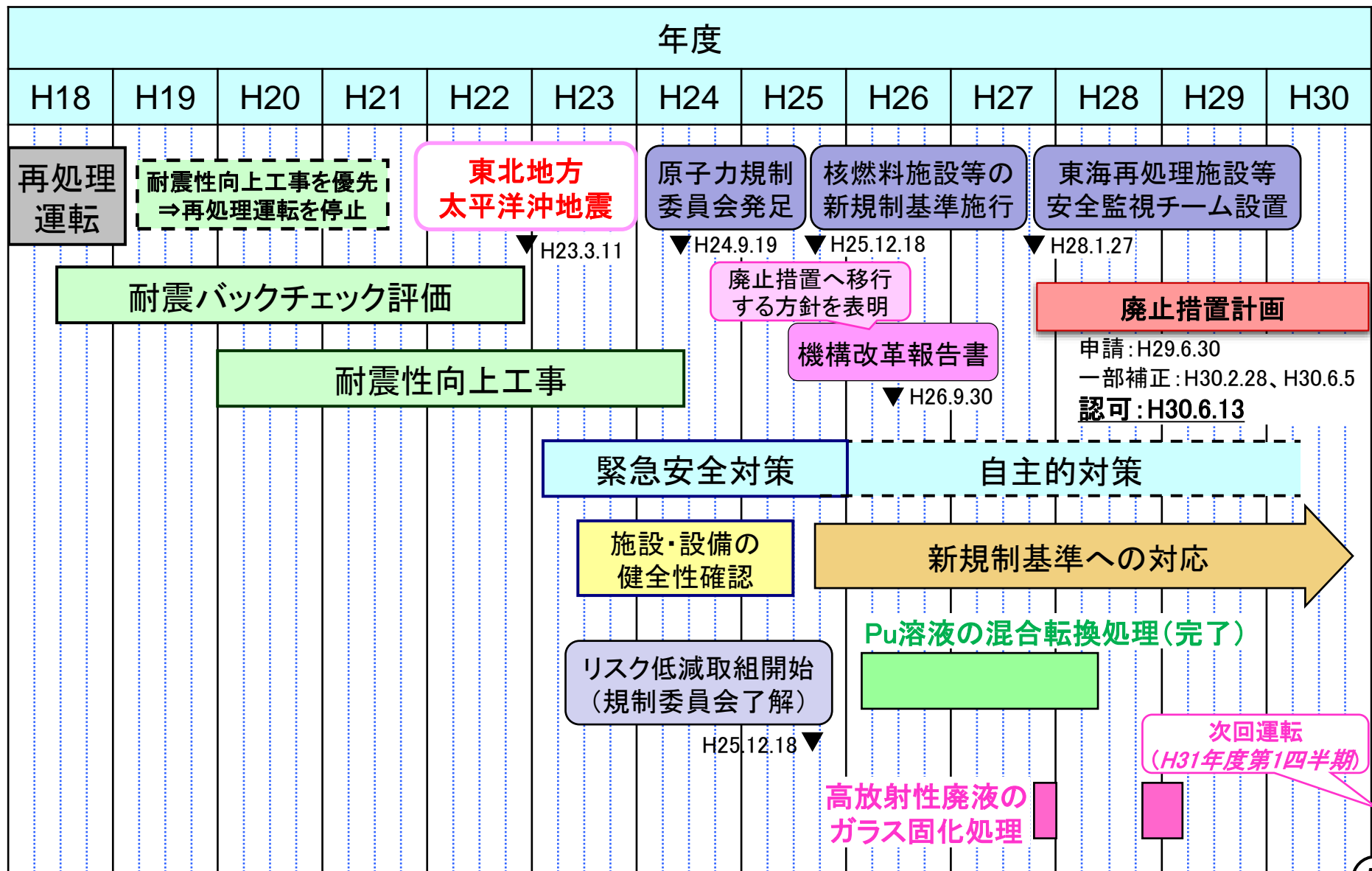
○技術的な側面から

- 工場規模での再処理技術の実証
- 核不拡散を考慮した混合転換技術の開発
- 保障措置技術の再処理プラントへの適用
- 放出放射能低減の実現
- 高放射性廃液のガラス固化技術の開発
- プルトニウム供給を通してMOX燃料製造技術、新型炉開発に貢献等

⇒機構独自開発技術、東海再処理施設の建設・運転を通じて得たノウハウ等は六ヶ所再処理工場へ技術移転をほぼ完了

1. 東海再処理施設の概要

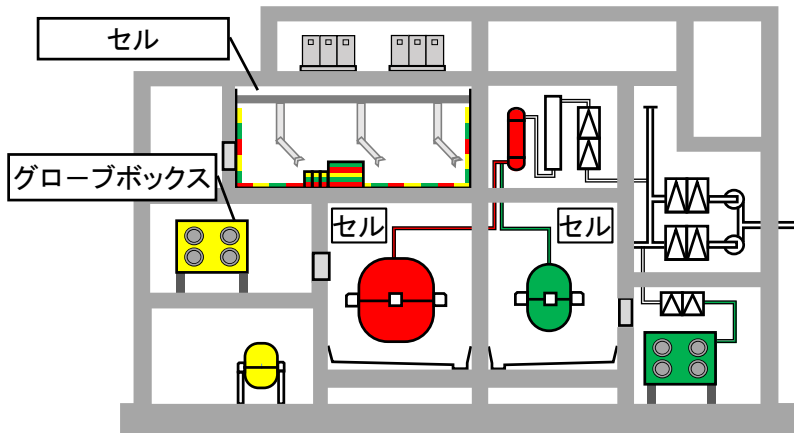
— 近年の活動 —



— 原子力発電所との比較 —

再処理施設

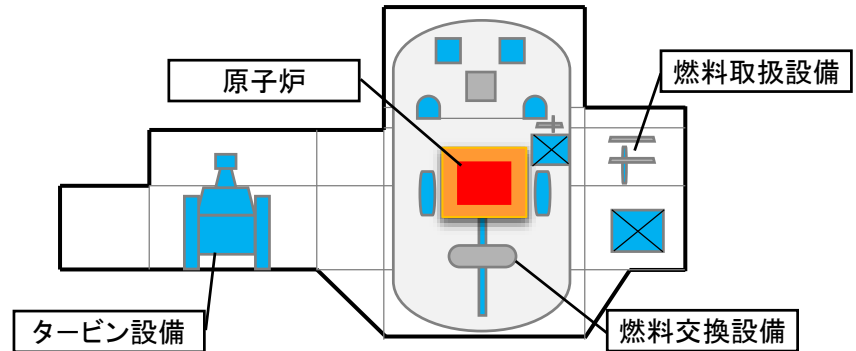
- : FP/TRU系 (放射線量が比較的高い)
- : Pu系 (放射線量が比較的低い)
- : U系 (放射線量が極めて低い)



- 放射性物質を扱う機器、配管が広範囲に汚染 (放射性物質が付着)。
- セル内、グローブボックス内など広い面積が汚染。
- 核分裂生成物(FP)、長半減期のウラン(U)・プルトニウム(Pu)が混在または分離しており、工程毎に組成が異なる。

原子力発電所

- : 放射線量が比較的高い (主に放射化)
- : 放射線量が比較的低い (主に放射化)
- : 放射線量が極めて低い



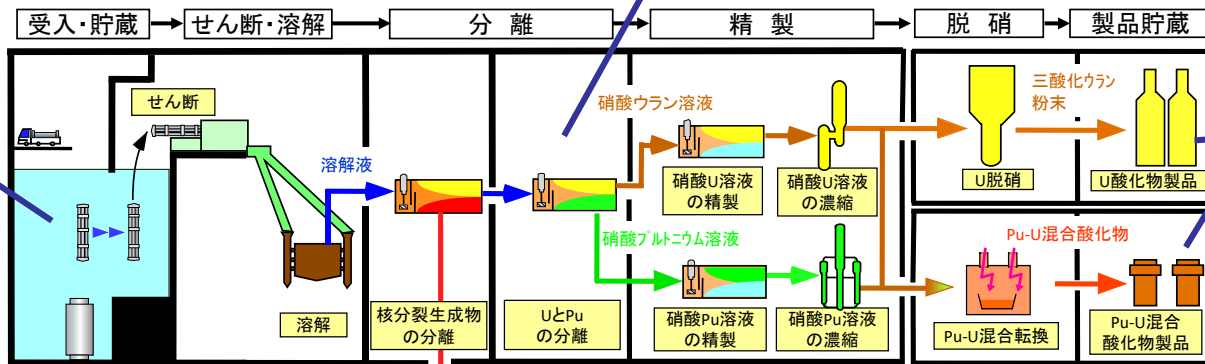
- 大部分の放射性物質は使用済燃料の中に密封 (燃料を取り出せば大幅に減少)。
- 炉心に放射化物が集中。
- 大型の機器や配管が多い。
- 短半減期の放射性核種も存在 (冷却期間を設ける)。

2. 東海再処理施設の廃止措置

— 廃止措置の着手における特徴 —

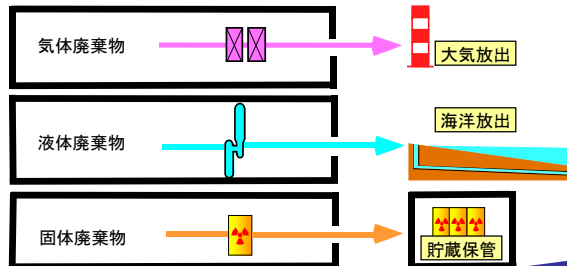
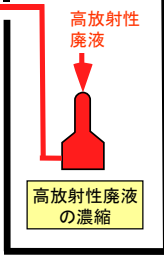
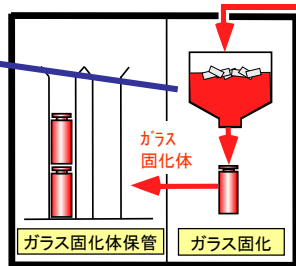
工程内に残留した核燃料物質等の回収、系統除染が必要

使用済燃料の搬出が必要



核燃料物質の譲渡が必要

特にリスクの高い高放射性廃液の処理が必要



廃止措置と並行し、再処理に伴い発生した放射性廃棄物の処理が必要

放射性廃棄物処理

上記の他、

- ・約30の管理区域を有する施設に対して順次廃止措置を進めることが必要
- ・施設の高経年化対策が必要
- ・新規基準を踏まえた安全性向上対策が必要
- ・機器解体後のスペースを活用し、解体廃棄物の保管が必要

— 主な方針 —

- 廃止措置においては、保有する放射性廃棄物に伴うリスクの早期低減を当面の最優先課題とし、これを安全・確実に進めるため、施設の高経年化対策と新規規制基準を踏まえた安全性向上対策を重要事項として実施する。
- 廃止措置期間中においても使用済燃料の貯蔵、放射性廃棄物の処理・貯蔵、核燃料物質の保管を継続して行う必要があることから、これらの施設及び緊急安全対策等として整備した設備については性能維持施設とし、再処理運転時と同様に性能を維持する。
- 機器の解体等の廃止措置における安全対策は、過去のトラブル等の経験を十分踏まえた上で、放射性物質の施設内外への漏えい防止及び拡散防止対策、被ばく低減対策並びに事故防止対策を講じる。
- 低レベル放射性廃棄物については、必要な処理を行い、貯蔵の安全を確保するとともに、廃棄体化施設を整備し廃棄体化を進め、処分施設の操業開始後随時搬出する。
- 再処理施設の廃止措置は、施設内に保有する廃棄物の処理を行いつつ所期の目的が終了した建家ごとに段階的に進める。
- 再処理施設の廃止措置は、全期間の全工程について詳細に定めることが困難であることから、今後詳細を定め、逐次廃止措置計画の変更申請を行う。

2. 東海再処理施設の廃止措置

— 周辺公衆の被ばく低減対策 —

- 廃止措置段階における放射性廃棄物の放出管理に当たっては、放射性物質に起因する被ばく線量を低くするための措置を合理的に、かつ、可能な限り講ずる観点から、廃止措置計画に放出の基準を定め、廃止措置の進捗に応じて、適宜、これを見直す。放出の基準は、まずは工程洗浄が終了した段階に定め、廃止措置計画の変更を行う。
- 一方、放出の基準を定める間の当面の放出管理として、クリプトン-85(⁸⁵Kr)、トリチウム(³H)については、これまでの放出実績等から放出管理目標値を定め、これを保安規定にて管理する。また、工程洗浄に係る廃止措置計画の変更時においても工程洗浄に伴う放出管理目標値を定め、これを保安規定にて管理する。
- 設定した放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出管理目標値は、現行の保安規定に定める値の約1/50である。

放射性気体廃棄物の放出の基準

(主排気筒、第一付属排気筒及び第二付属排気筒の合計)

核種	1年間の最大放出量	1年間の放出管理目標値
⁸⁵ Kr	8.9×10^{16} Bq	2.0×10^{15} Bq
³ H	5.6×10^{14} Bq	1.0×10^{13} Bq

約1/50

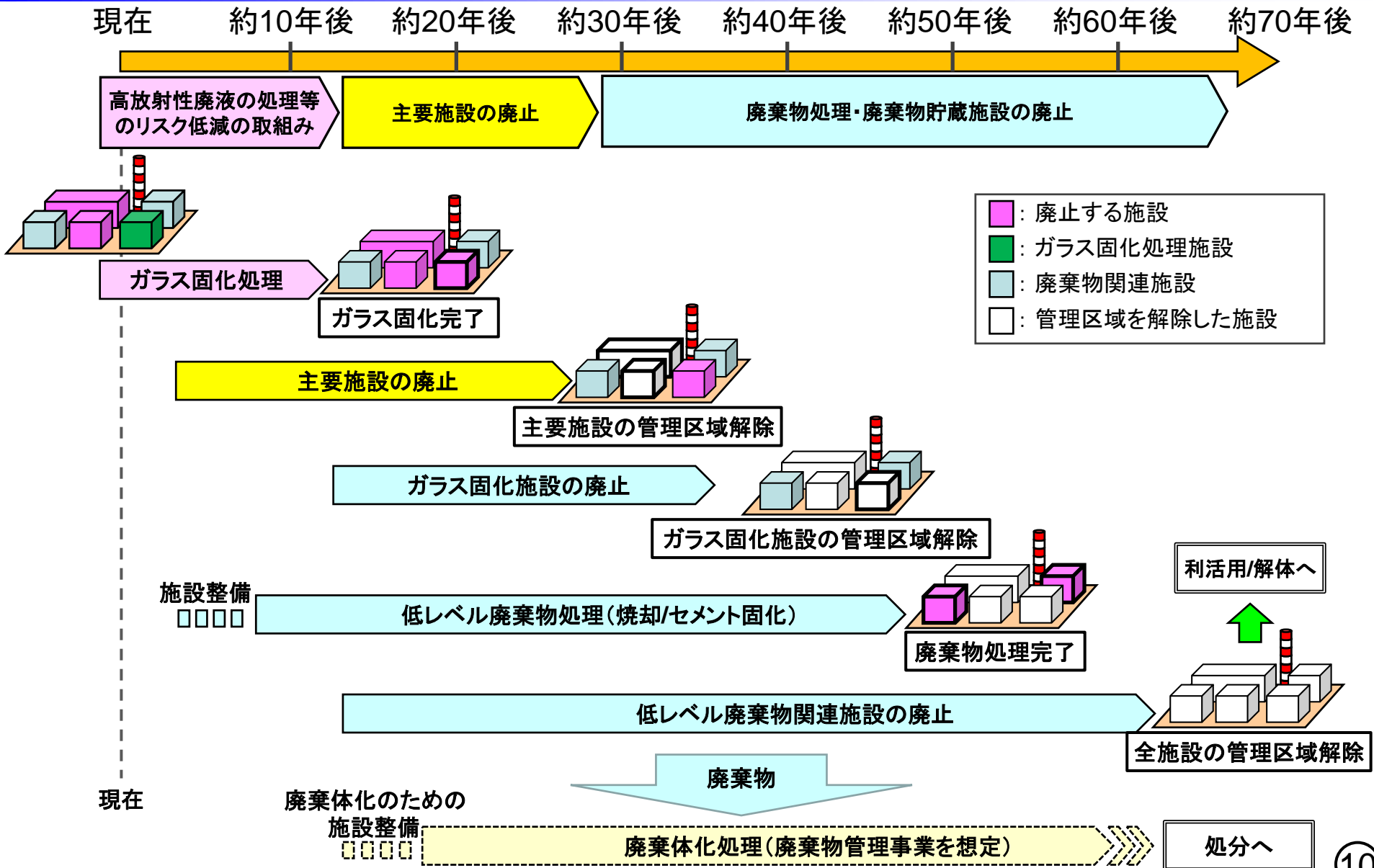
放射性液体廃棄物の放出の基準

(海洋に放出する処理済廃液)

核種	1年間の最大放出量	1年間の放出管理目標値
³ H	1.9×10^{15} Bq	4.0×10^{13} Bq

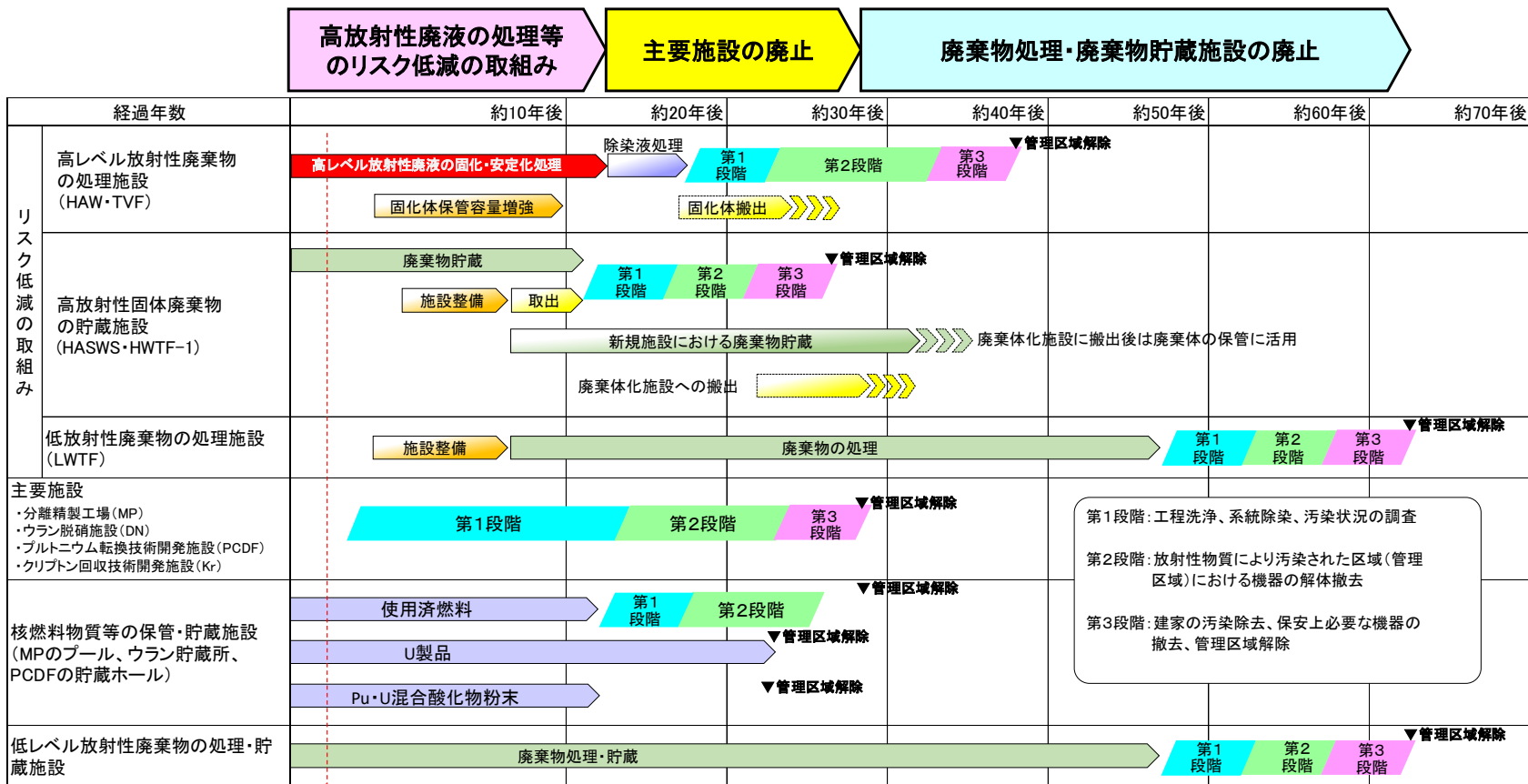
約1/50

2. 東海再処理施設の廃止措置 — 進め方 —



— 工程 —

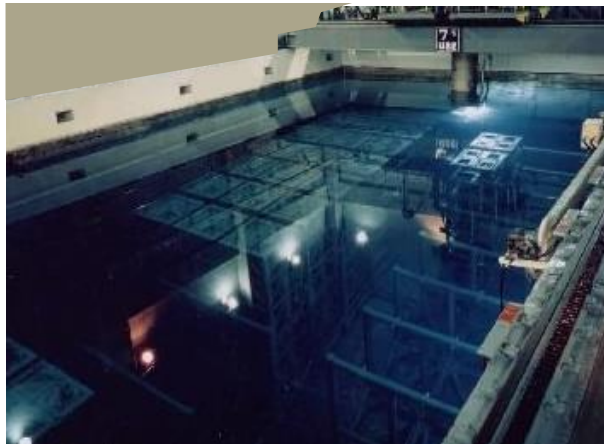
- 約70年間の廃止措置計画は、高放射性廃液の処理等のリスク低減の取組み、主要施設の廃止、廃棄物処理・廃棄物貯蔵施設の廃止の順に進める。
- 当面はTVFにおける高放射性廃液のガラス固化、HASWSからの廃棄物取出し/再貯蔵、LWTFにおける低放射性廃液のセメント固化を進める。また、主要施設の廃止に向け、工程洗浄等を実施する。



▲現在

－ 核燃料物質の譲渡し －

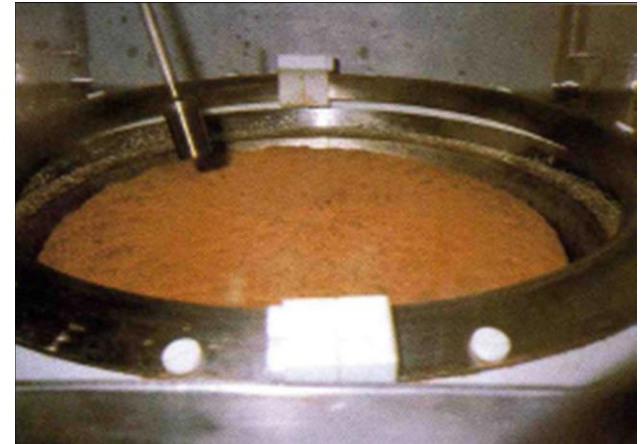
- 使用済燃料(分離精製工場の貯蔵プールに貯蔵中)は、専用の使用済燃料輸送容器に収納し、専用の輸送船により、平成38年度までに国内又は我が国と原子力の平和利用に関する協力のための協定を締結している国の再処理事業者の再処理施設へ全量を搬出する。
- ウラン製品(ウラン貯蔵所等に貯蔵中)は、施設の管理区域解除までに廃止対象施設外の施設に搬出する。
- ウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)粉末(プルトニウム転換技術開発施設に貯蔵中)は、施設の管理区域解除までに廃止対象施設外の施設に搬出する。
- 核燃料物質を引き続き取り扱うことから、核物質防護規定に基づく、核セキュリティ対策を適切に実施していく。



使用済燃料貯蔵プール



ウラン製品の容器



ウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX) (12)

— 放射性廃棄物の取扱い(処理施設の新設等) —



- 過去の運転で発生した廃棄物 (約22,700トン)
 - 今後の廃止措置で発生する廃棄物 (約48,600トン)
- (合計 約71,000トン)



処理方法変更のため改造

施設の活用

廃止措置のために新設

廃棄物の処理

廃棄物の貯蔵

処分事業の進捗と平仄を合わせて進める



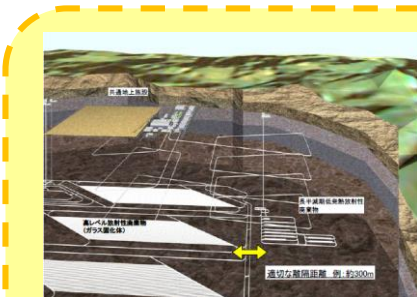
廃棄物処理施設 (LWTF)



廃棄体化処理施設 (HWTF-2、TWTF-1,2)



廃棄物の処分



地層処分施設



中深度処分施設



浅地中処分施設

2. 東海再処理施設の廃止措置

— 予算の確保 —

□ 廃止措置(施設解体費、放射性廃棄物処理費/処分費): 約7,700億円

□ この他、安全対策費、高経年化対策費、ガラス固化運転費等: 約2,170億円*

※平成28年度から平成37年度までの10年間の計画に必要な費用の見積額

➡ 監督官庁と調整の上、最優先事項として予算を確保していく

➡ 今後、廃止措置の各段階の計画の進捗に応じて廃止措置計画の変更申請を行う際には、廃止措置に要する費用を必要に応じて見直して同変更申請に反映する

表 廃止措置費用の見積額

項目	見積額
施設解体費	約1,400億円
放射性廃棄物 処理費	約2,500億円
放射性廃棄物 処分費	約3,800億円
合計	約7,700億円

【当面の主要な計画】

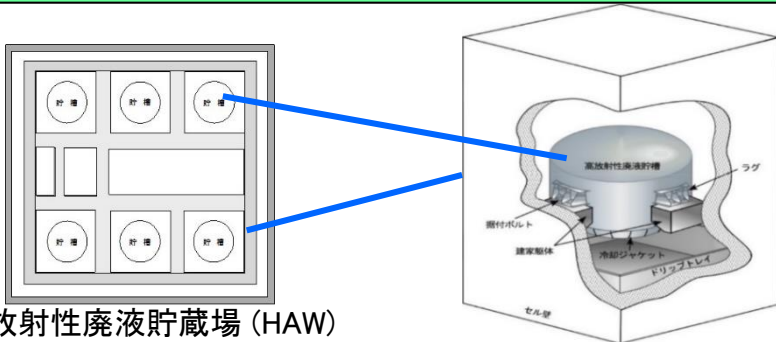
- 当面は、リスク低減策に重点投資
 - ・ 高放射性廃液貯蔵の安全性向上対策
 - ・ 高放射性廃液のガラス固化処理
 - ・ 高放射性固体廃棄物の取出し/再貯蔵
 - ・ 低放射性廃棄物処理技術開発施設の整備
- 以降は、上記に加え、施設の高経年化対策等を推進

— 最優先課題 —

東海再処理施設の廃止措置においては、安全対策の実施とともに、保有する放射性廃棄物に伴うリスクの早期低減を当面の最優先課題とする。

- 再処理に伴い発生した特にリスクの高い高放射性廃液を貯蔵 (HAW、TVF)
- 高放射性固体廃棄物を取り出せない状態でプールやセルに貯蔵 (HASWS)
- 再処理に伴い発生した大量の低放射性廃液を貯蔵 (LWTF)

高放射性廃液貯蔵の安全性向上



高放射性廃液のガラス固化



ガラス固化技術開発施設 (TVF)

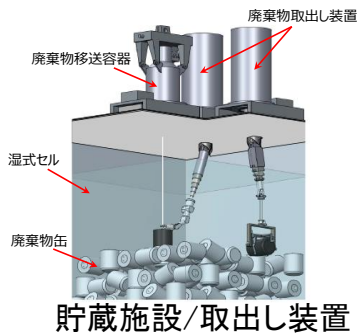


溶融ガラス流下

高放射性固体廃棄物の取出し/再貯蔵



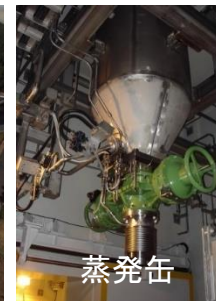
高放射性固体廃棄物缶
高放射性廃棄物貯蔵庫 (HASWS)



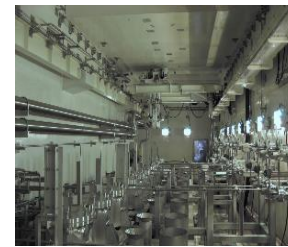
低放射性廃液のセメント固化



低放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF)



蒸発缶



核種分離工程

3. 施設のリスク低減

— 新規制基準を踏まえたさらなる安全性向上 —

平成33年度終了を目標に新規制基準を踏まえさらなる安全性向上対策を進める。

現在

＜基本計画の策定＞

廃止措置計画で
認可済み



＜基本設計＞

平成29年度末までに
策定済み



＜詳細設計＞

おそくとも
平成31年度末まで



＜工事＞

平成33年度末まで

＜外部事象等への安全対策＞

安全対策の
基本的な考え方

各要求事項への
対応の考え方

性能維持施設の
重要度分類

影響評価

外部事象の
規模の設定

安全対策の
実施範囲及び
実施内容の
整理

詳細設計

安全対策工事
の実施

＜想定される事故及び大規模損壊への対策＞

想定される
事故の選定

事故対策の
立案

事故対策設備
の詳細設計
有効性評価

事故対策設備
の配備、工事

全体スケジュール策定

設計スケジュールの詳細化

工事スケジュールの詳細化

— 高放射性廃液貯蔵の安全性向上 —

【事故対策例】沸騰の防止等

- 電源車等：配置済
- 可搬型蒸気供給設備：配置済
- 重要な電源の予備ケーブル：配置済

⇒ 事故対処設備の配備場所について耐震・耐津波補強を検討中

工事実施予定：H32～33年度

【自然災害対策】

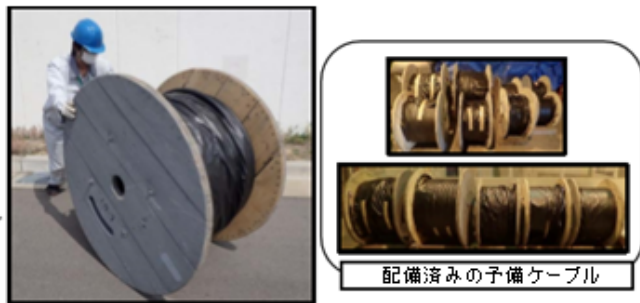
- 地震：建物は十分堅牢
- 津波：浸水防止扉を設置済

⇒ 更に地盤をより強固に補強、外壁補強及び竜巻対策として建物開口部の閉止方法を検討中

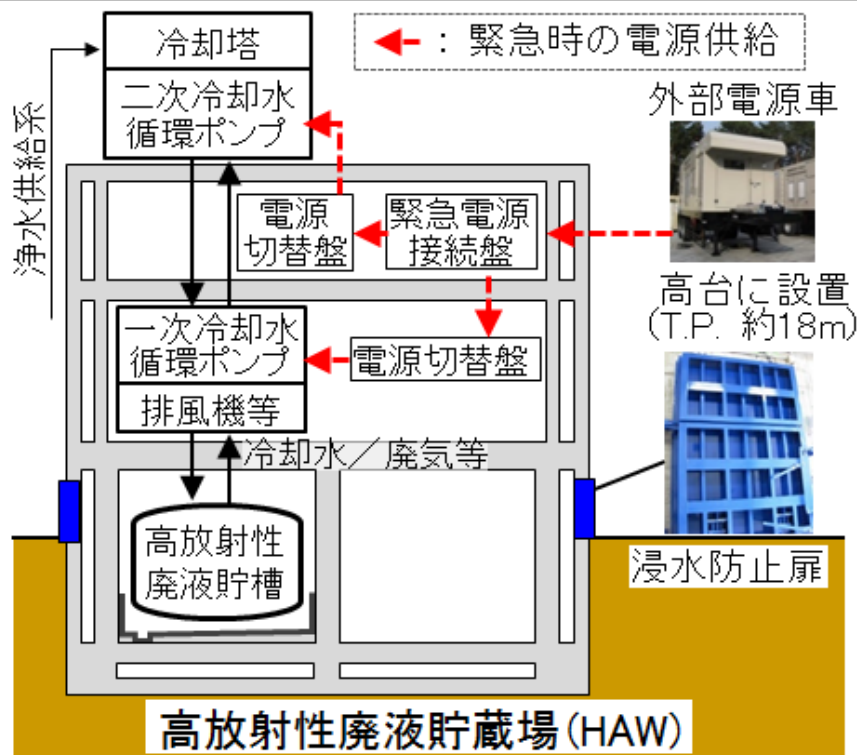
工事実施予定：H32～33年度



可搬型蒸気供給設備



予備ケーブル

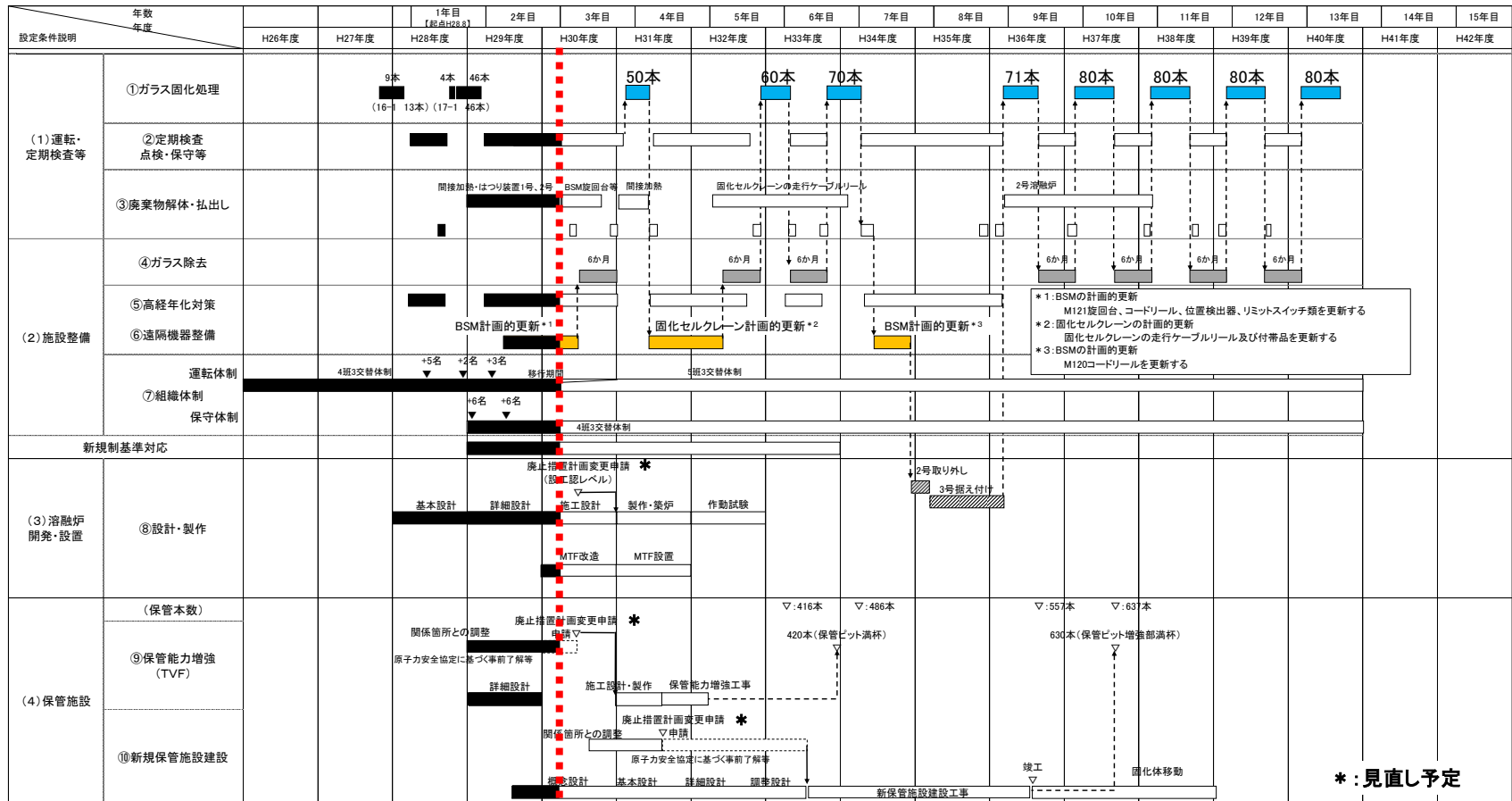


3. 施設のリスク低減

－ 高放射性廃液のガラス固化(1/2) －

リスクの早期低減のため、長期間の保管の安全性を向上させるとともに、ガラス固化に要する期間を可能な限り短縮し、平成40年度までに高放射性廃液のガラス固化を進める。

- 設備機器の計画的更新や予備品対策により遅延リスクを低減。
- 計画的に停止期間を設け、溶融炉や遠隔保守設備の整備。
- 運転体制を強化し、連続運転期間の延長、停止中の整備作業を効率化。



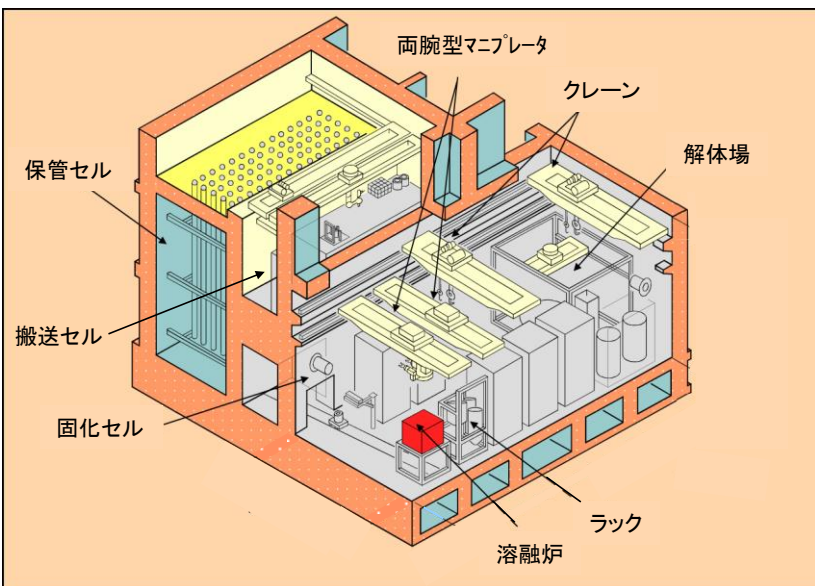
現在

3. 施設のリスク低減

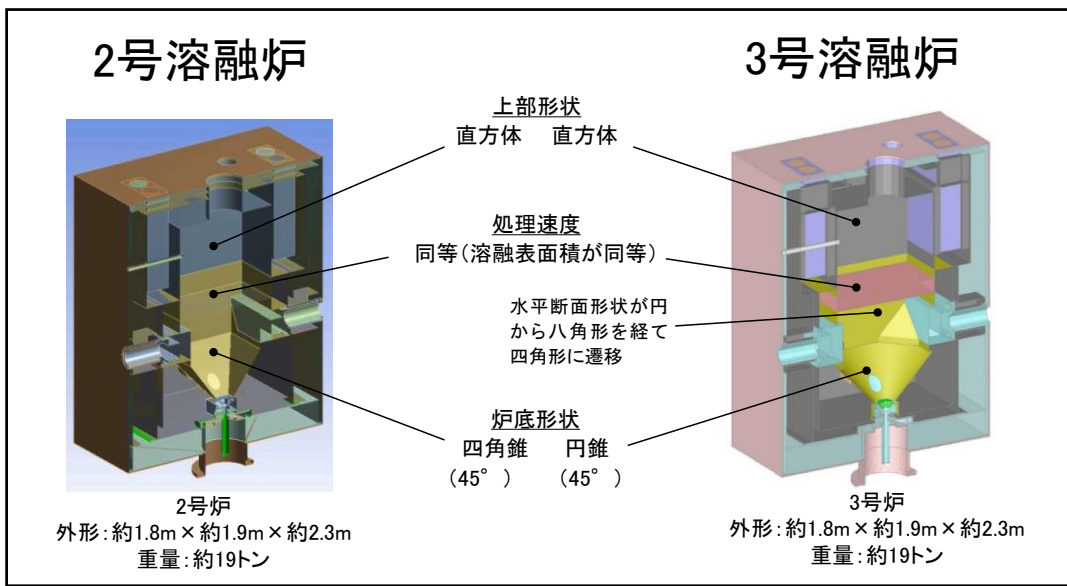
－ 高放射性廃液のガラス固化(2/2) －

ガラス固化処理を着実に進めるため、今後、自治体の了解を得た後、以下に係る廃止措置計画の変更申請を行う予定。

- ・ガラス固化体は原子力発電環境整備機構(NUMO)が建設する最終処分施設に搬出する計画であり、搬出まで保管施設にて保管する。
- ・ガラス固化処理に伴い、ガラス固化体の保管本数が既許可の420本(70ピット×6段積)に達する予定であることから、設計上の保管スペースを有する630本(70ピット×9段積)まで、ガラス固化体の保管能力を増強する。
- ・ガラスが炉内に残留しにくいよう、炉底形状を円錐45度に変更し、炉底部への白金族元素の堆積を抑制する3号溶融炉への更新を行う。



固化セル周り鳥瞰図



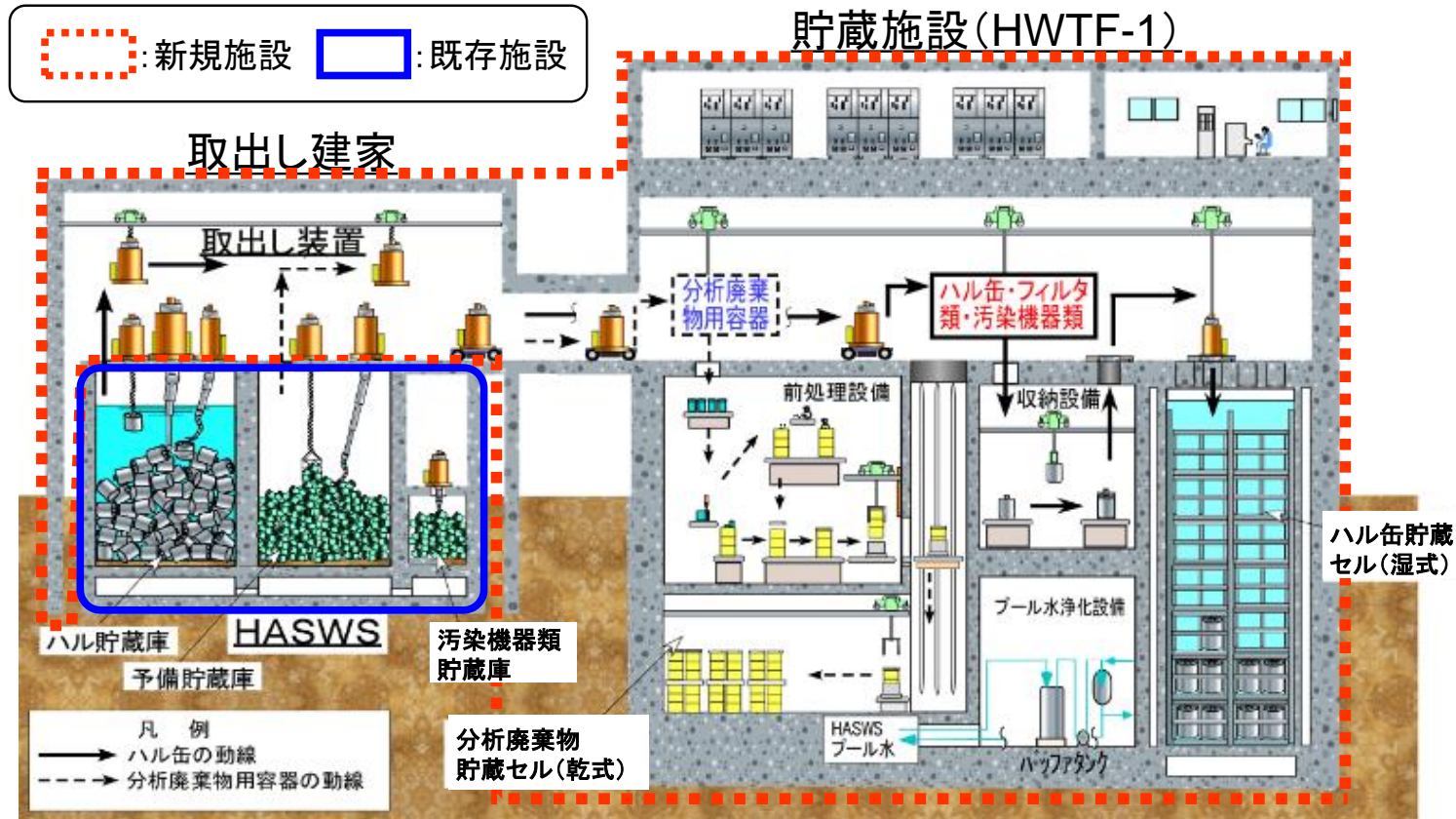
3号溶融炉の基本構造(2号溶融炉との比較) ①9

3. 施設のリスク低減

— 高放射性固体廃棄物の取出し/再貯蔵 —

平成36年度の廃棄物取出し開始を目標に以下の取組みを進める。

- 廃棄物を取り出すための遠隔装置を開発。
- 現在の貯蔵施設 (HASWS) の上に取出し建家を新規設置。
- 取出した廃棄物を再貯蔵するための貯蔵施設 (HWTF-1) を新規設置。

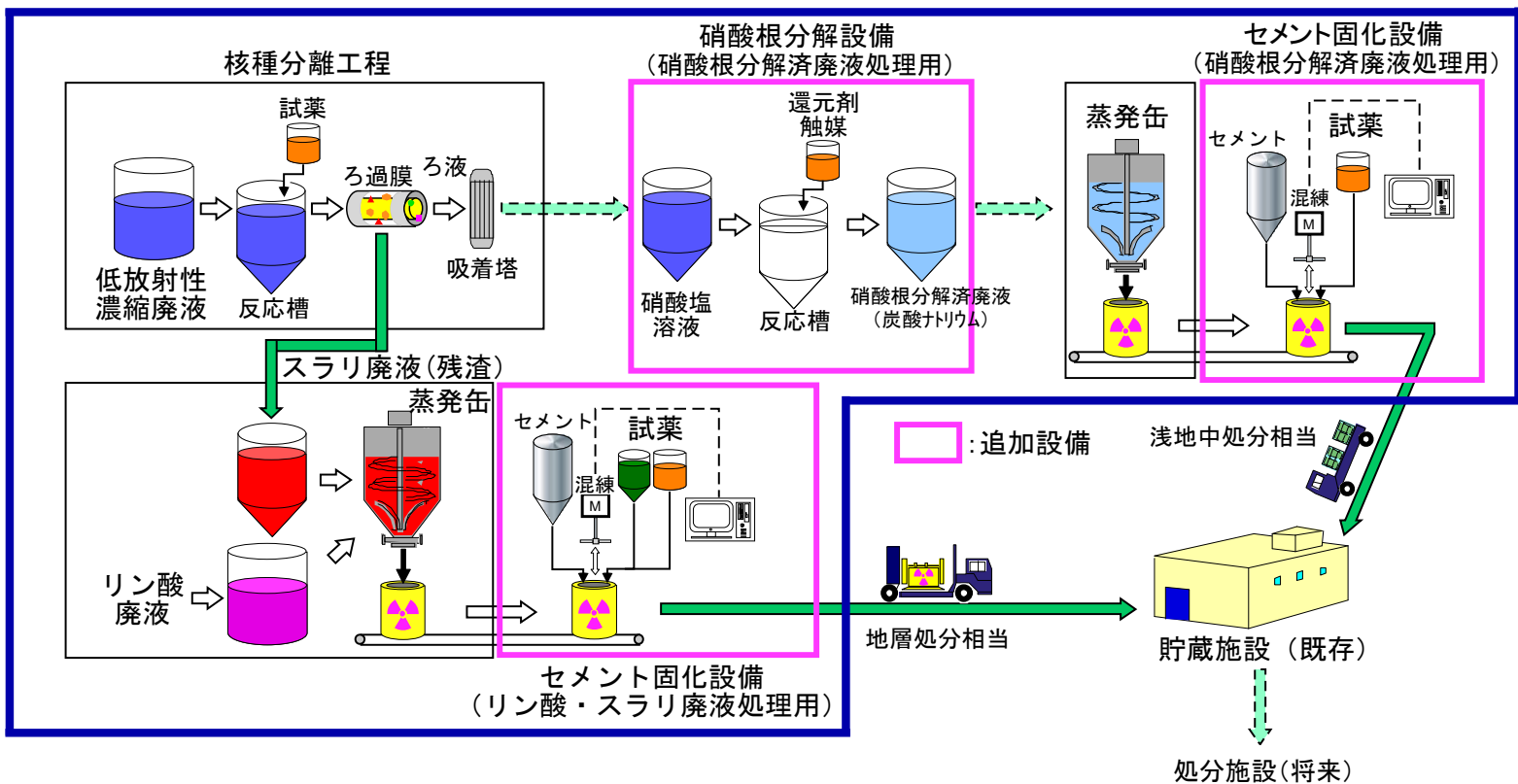


3. 施設のリスク低減

— 低放射性廃液のセメント固化 —

平成35年度廃液処理開始を目標に低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の整備を進める。

- 廃液をセメント固化するための混練設備を追加する。
- セメント固化体中の硝酸塩が環境に与える影響を低減するため分解設備を追加する。



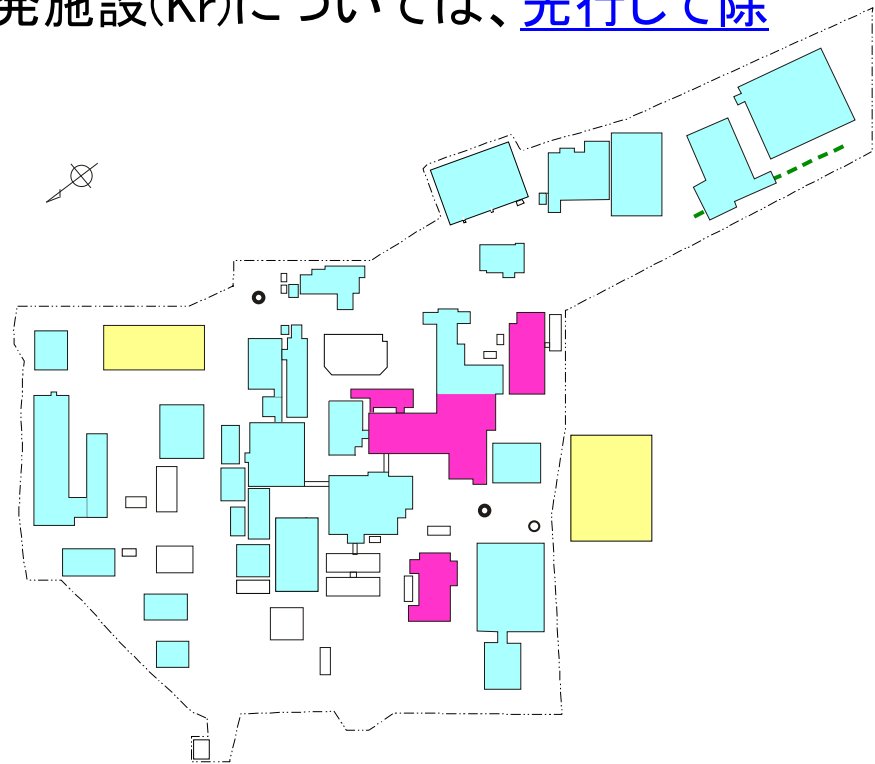
LWTFでは上記の他、平成33年度の処理開始を目標に焼却設備の耐食性を改善するための材料変更を進める。

4. 除染・解体に先行着手する施設

— 対象施設 —

今後使用しない分離精製工場(MP)、ウラン脱硝施設(DN)、プルトニウム転換技術開発施設(PCDF)及びクリプトン回収技術開発施設(Kr)については、先行して除染・解体に着手する。

- 工程内に分散している核燃料物質等を集約する工程洗浄を実施。
- 試験のために回収、貯蔵しているクリプトンガスを管理した状態で安全に放出。
- その後、機器解体時の作業員の被ばく低減を図るため、除染剤を用いた化学的な除染や高圧水等を用いた機械的な除染により系統内の汚染を除去。
- 工程洗浄や系統除染の過程で線量測定や汚染状況調査を行い、機器解体の作業方法(直接／遠隔)の検討を実施。
- 機器解体は10年後以降に行う計画。



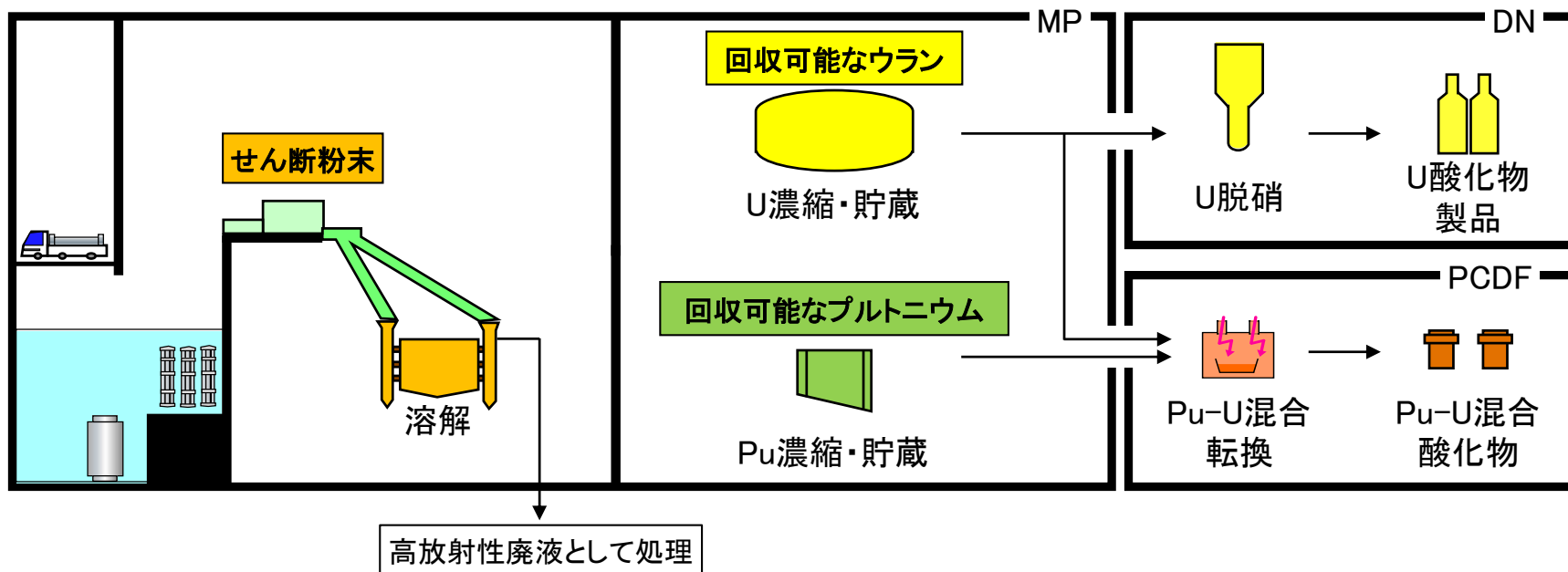
	: 先行して除染・解体に着手する施設
	: 当面使用を継続する施設
	: 建設中の施設

4. 除染・解体に先行着手する施設

— 工程洗淨 —

工程内に残存する核燃料物質を回収するために、工程洗淨を実施する。

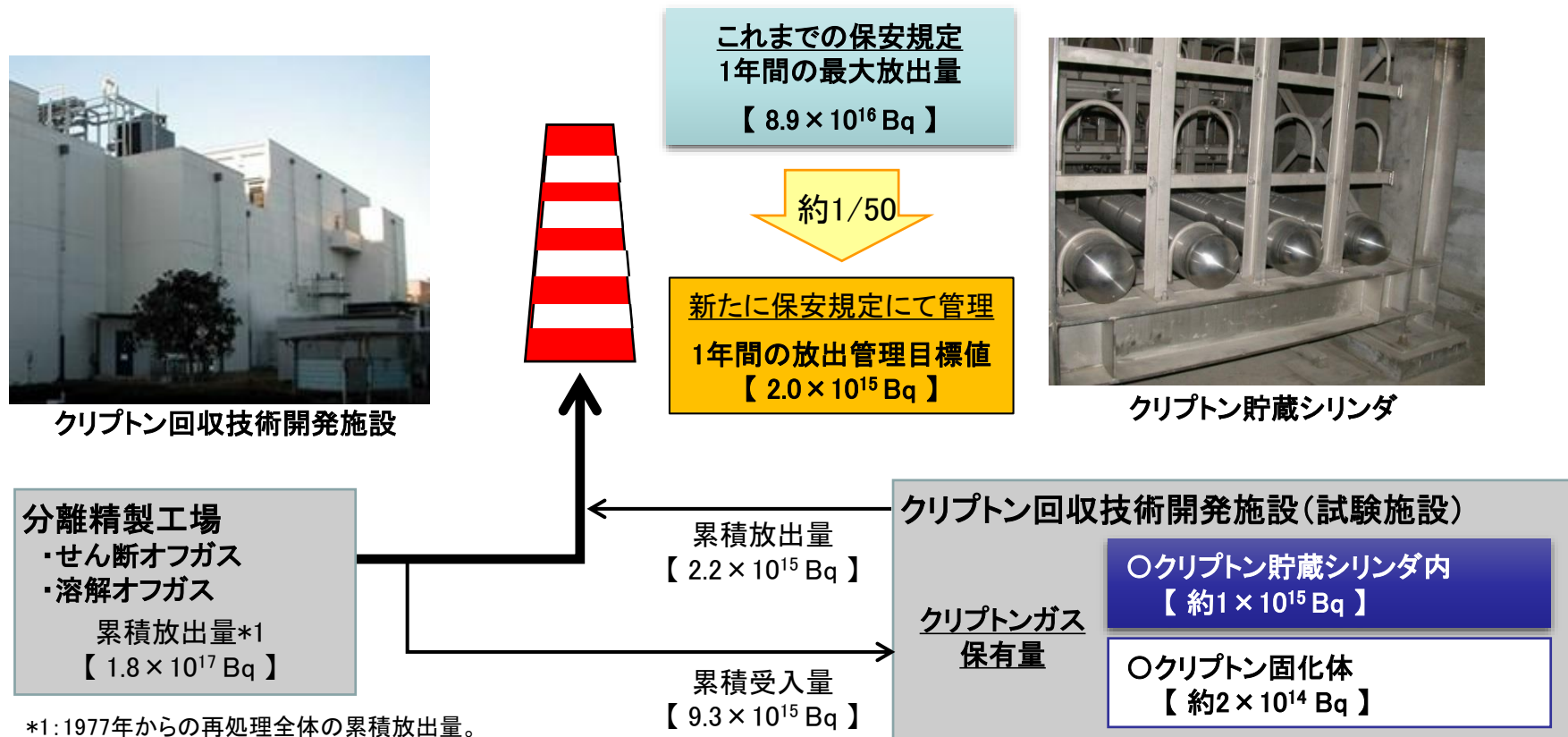
- 工程洗淨は平成31年度から平成32年度に実施する計画。
- 必要な安全対策、休止していた設備の点検及び使用する機器の作動確認、整備を実施した後、一部の工程を作動させ、洗淨を行う。
- 工程洗淨の詳細な方法、時期は、廃止措置計画の変更申請を行う予定。
- 工程洗淨は、必要な人員・体制を整えた上で、工程洗淨前までに要領書類の教育、設備の点検整備を通して操作技術の習熟・技能向上を図るとともに、運転員に十分な力量が付与されていることを品質保証体系に従って確認した後に実施する。



4. 除染・解体に先行着手する施設

－ クリプトン管理放出 －

- ▶ クリプトン回収技術開発施設では、使用済燃料の再処理で発生する放射性クリプトンガスのうち、一部を試験のために回収、貯蔵してきたが、貯蔵しているクリプトンガスについて今後使用する計画がないことから施設の安全性向上のため、放出量を管理しながら安全に放出する。



*1: 1977年からの再処理全体の累積放出量。
(処理量: 約1140tU)

注) 累積受入量、累積放出量は、放射能の減衰により、合計値が合わない。

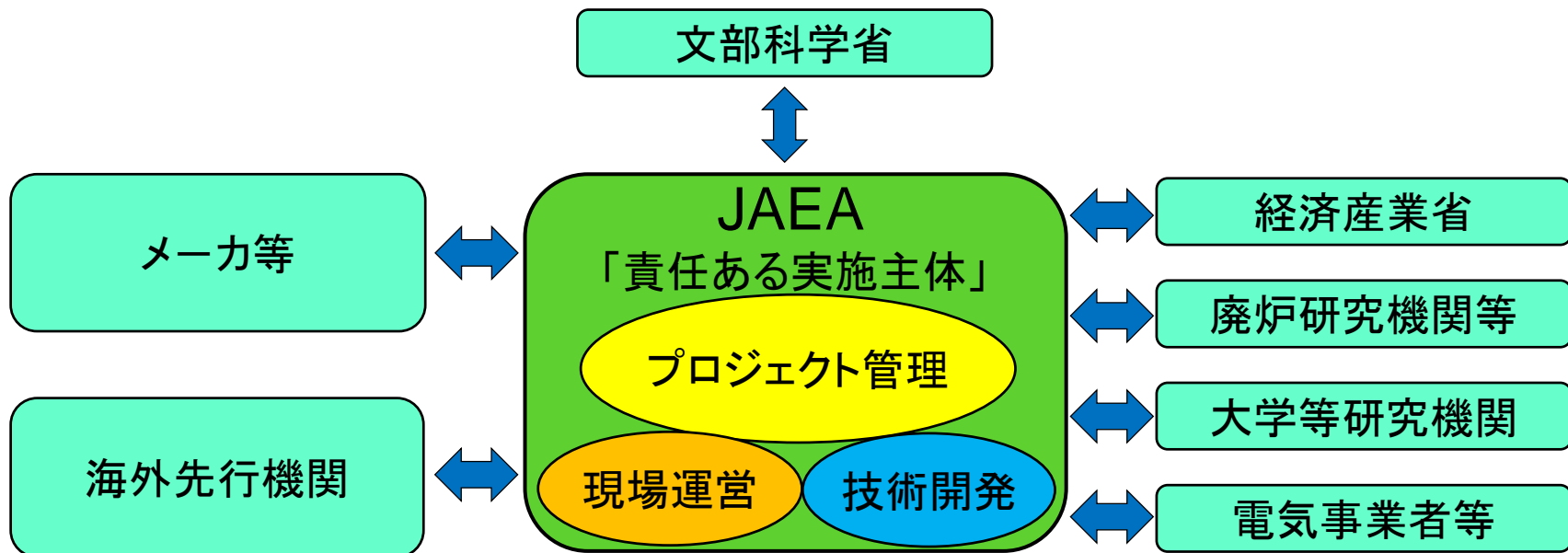
5. 廃止措置に係る体制整備

— プロジェクト管理体制の構築 —

○廃止措置は、施設のライフサイクルを適切に完結させるための最後のハードル
 (核燃料サイクルを確立する上で不可欠で極めて重要な取り組み)

○また、多くのチャレンジ要素を含む長期大規模プロジェクト

- 安全の確保(徹底的なリスク対策:世代交代、高経年化、長期保管物)
- 廃棄物の処分に至るまでの長期間の連続性・整合性の確保
- 事業/知識の連続性の確保(時間軸に沿ったリスク管理)
- 革新的技術による期間短縮、コスト低減
- 資金の確保(意義の国民理解)
- 人材の確保及び技術継承



5. 廃止措置に係る体制整備

— 人材育成・技術継承 —

□再処理施設の廃止措置を安全かつ着実に実施するため、高い専門性を持つ幅広い分野の人材が重要

- ➡ 専門知識や技術・技能を維持・向上させるための教育訓練による技術者確保
- ➡ 資格取得※を奨励し、必要な有資格者を確保

※核燃料取扱主任者、第1種放射線取扱主任者、技術士(原子力・放射線部門)等

人材育成

- 安全文化の情勢活動
- 除染等実作業の早期着手(OJT)
- 講習会等の開催

技術継承

- 実作業の計画的継続
- 世代構成の最適化

安全確保
事業継続
合理的遂行

➤ 人材確保

- 事業意義の明確化／技術的魅力の発信
- 大学・研究機関との共同研究
- 一般産業技術の活用 等

知識継承

- 暗黙知のITによる共有化、可視化
- 施設情報の三次元データ化
- ヴァーチャルリアリティ(VR)技術による作業訓練 等

6. 廃止措置に係る技術開発

(1) 解体準備期間

- ① 設備・機器の除染技術
- ② 設備・機器の汚染状況把握等に係る測定・分析技術



レーザー切断



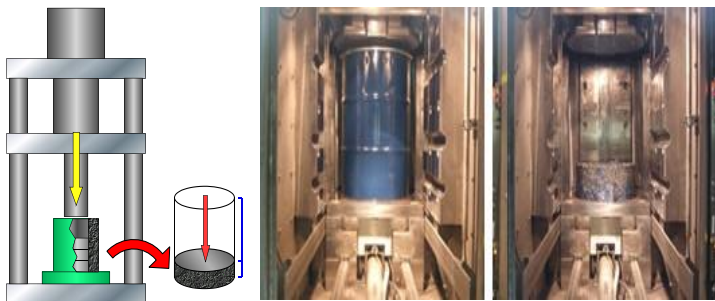
遠隔除染

(2) 機器解体期間

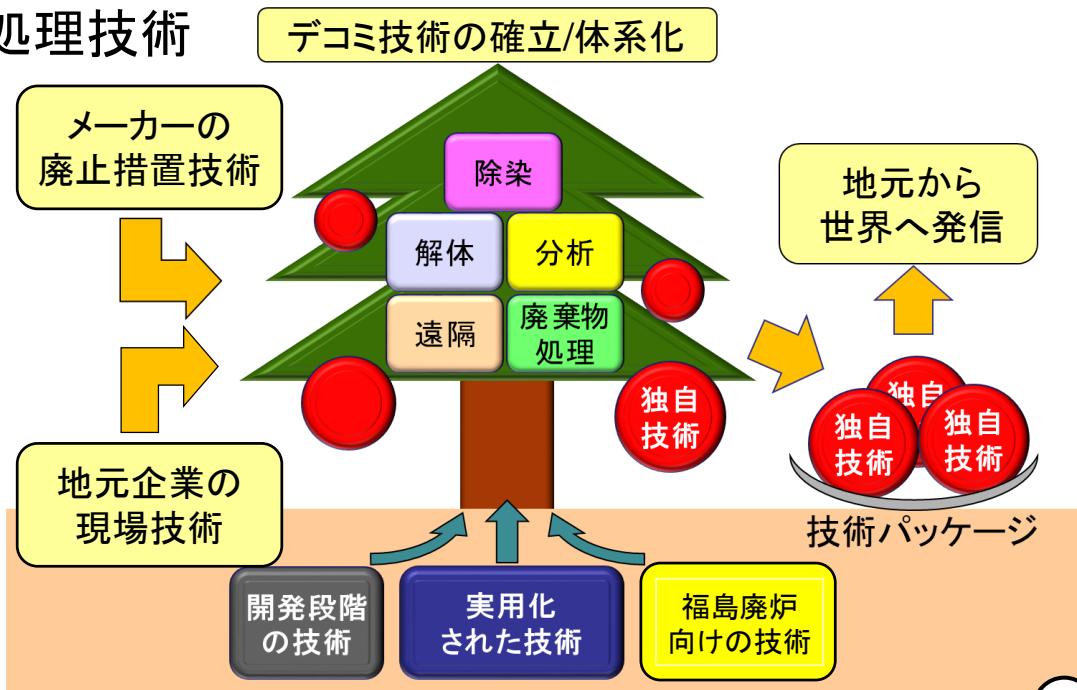
- ① 設備・機器の解体技術
- ② 遠隔技術
- ③ 放射性廃棄物の減容・安定化処理技術
- ④ 廃棄体検認等に係る測定技術

(3) 管理区域解除期間

- ① 建家の汚染除去技術
- ② クリアランス技術



高線量固体廃棄物(ハル)の圧縮減容処理



おわりに

- ◆ 東海再処理施設の廃止措置は、数世代に跨る長期の大型プロジェクトであり、国内外の英知を結集し、保有する放射性廃棄物に伴うリスクの低減、廃止措置技術開発、核燃料物質等の搬出、放射性廃棄物の処理処分等の多岐にわたる廃止措置に係る課題の克服に取り組む。
- ◆ 地域社会との共生を図りながら、過去のトラブル等の経験を十分に踏まえた上で、安全最優先で廃止措置を進める。
- ◆ 技術継承や人材育成に努めつつ、関係省庁とも調整し、廃止措置に必要な予算と人材を確保していく。