

廃止措置の本格化を見据えた取り組み状況

2020年10月6日
電気事業連合会

0. はじめに

1. 先行廃止措置プラントの取組み状況
2. 各社間の連携の取組み事例と更なる連携のイメージ
3. 解体廃棄物に係る処理・処分の合理化
4. 放射性廃棄物処分施設
5. クリアランスの推進

国内実用発電用原子炉の廃止措置の状況

(実用炉・2020年6月末)

東京電力ホールディングス(株) 柏崎刈羽原子力発電所



東北電力(株) 女川原子力発電所



北陸電力(株) 志賀原子力発電所



北海道電力(株) 泊発電所



日本原子力発電(株) 敦賀発電所



東北電力(株) 東通原子力発電所



関西電力(株) 美浜発電所



関西電力(株) 大飯発電所



関西電力(株) 高浜発電所



中国電力(株) 島根原子力発電所



九州電力(株) 玄海原子力発電所



九州電力(株) 川内原子力発電所



四国電力(株) 伊方発電所



東京電力ホールディングス(株) 福島第一原子力発電所



東京電力ホールディングス(株) 福島第二原子力発電所



日本原子力発電(株) 東海発電所



日本初の商業用原子力発電所である東海発電所(黒鉛減速炭酸ガス冷却炉型原子炉:出力16.6万キロワット)は、1998年に発電を終了しました。2001年3月に使用済燃料の搬出を完了し、同年12月に解体届(現在の廃止措置計画に相当)を提出して、廃止措置を進めています。



日本原子力発電(株) 東海第二発電所



中部電力(株) 浜岡原子力発電所



浜岡原子力発電所1,2号機(沸騰水型原子炉:1号出力54万キロワット、2号出力84万キロワット)は、2009年1月に発電を終了し、同年11月に廃止措置計画が認可されました。この計画に基づき、1,2号機から全ての燃料の搬出を完了するなど、廃止措置を進めています。



2020年6月末現在、
全国に57基ある実用発電用原子炉のうち、

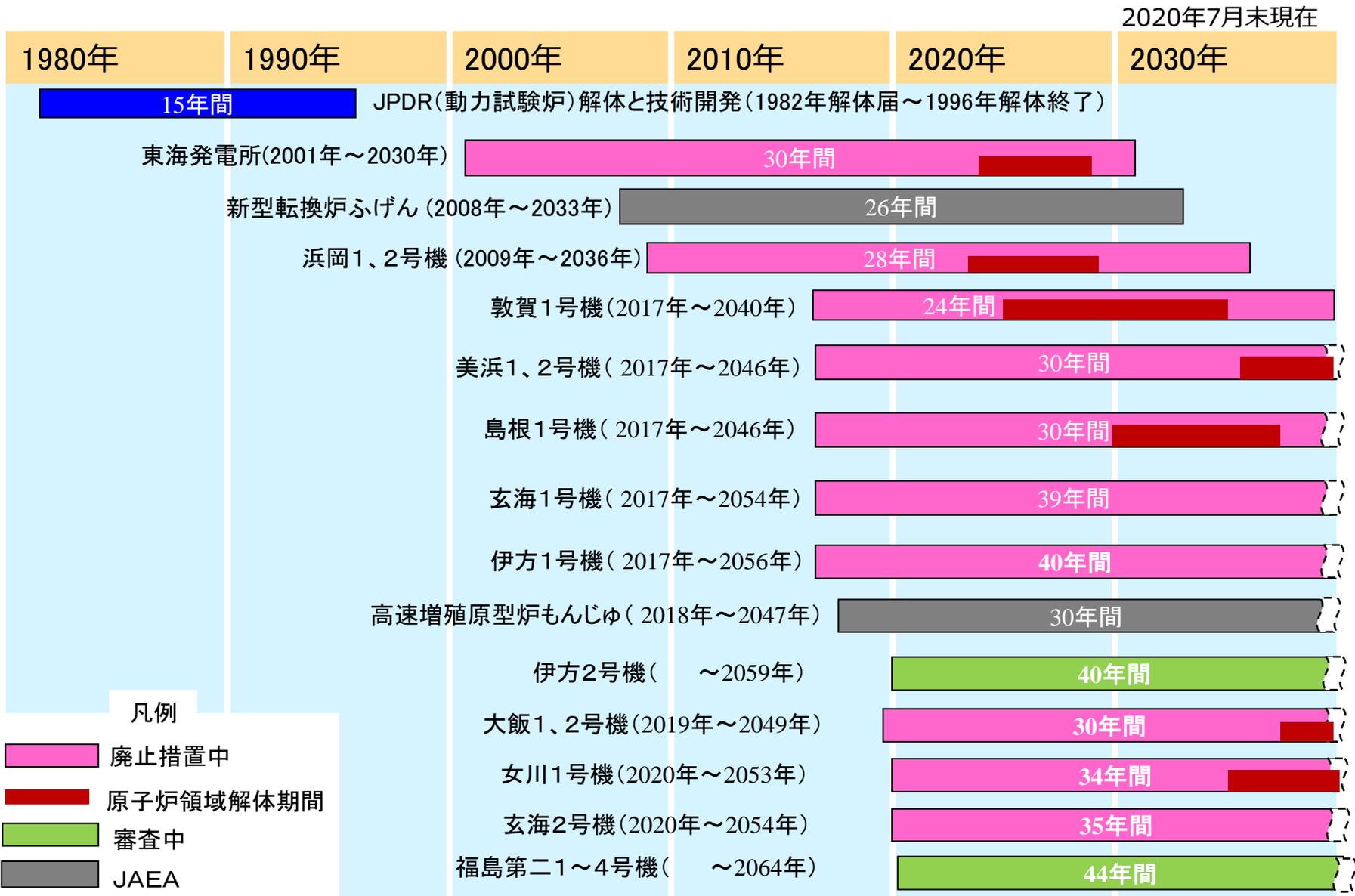
・18基(1F含まず)が運転停止

・そのうち、13基が廃止措置計画認可を受領し、廃止措置中

・福島第2(1~4号)、伊方2号が、廃止措置計画認可申請中

柏崎刈羽原子力発電所「今後においては、十分な規模の非化石電源の確保が見通せる状況となった場合には、地元の皆様のご理解をいただき6・7号機が再稼働した後5年以内に、1~5号機のうち1機以上について、廃炉も想定したステップを踏んでまいります。」(東電HPより引用)

国内原子力発電プラントの廃止措置スケジュール



(特定原子力施設である1F-1~6は除く。上記のスケジュールは見直されることがある。)

0. はじめに

1. **先行廃止措置プラントの取組み状況**
2. 各社間の連携の取組み事例と更なる連携のイメージ
3. 解体廃棄物に係る処理・処分の合理化
4. 放射性廃棄物処分施設
5. クリアランスの推進

廃止措置プラントにおける取組み状況(東海発電所)

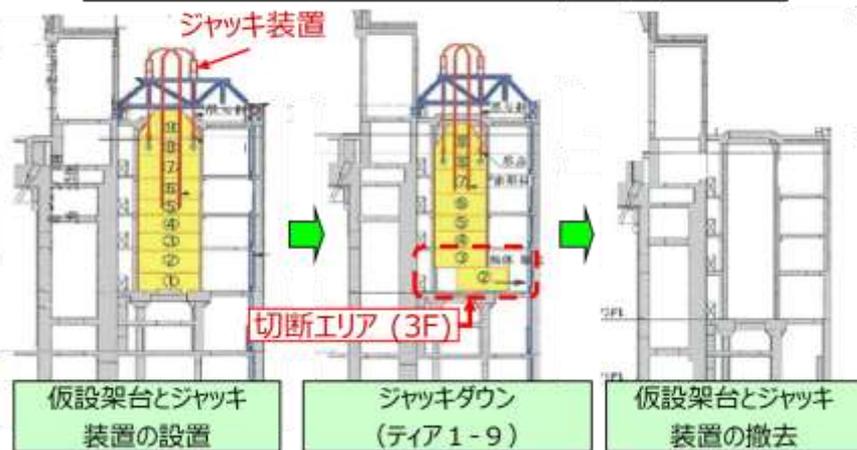
- 国内唯一の炭酸ガス冷却炉(GCR)
- 2001年12月から廃止措置に着手。これまでに全ての燃料体の搬出を完了するとともに、タービン建屋内の構造物の解体等を完了。現在、原子炉周辺領域の解体工事中。

◆海外の知見を活用した効率化、合理化の例 (ジャッキダウン工法の採用)

- ・熱交換器の解体にあたり、海外のエンジニアリング会社と共同で考案したジャッキダウン工法を採用。

⇒ **省スペースでの解体を実現**

ジャッキダウン工法による熱交換器の解体 (イメージ)



◆現在の取組状況

- ・本年3月、解体廃棄物仕様の検討遅れのため、原子炉領域解体の開始を2024年度まで延期。
- ・放射能レベルの極めて低い (L3) 廃棄物の埋設施設の設置に係る事業許可の審査中。
- ・GCR特有の課題として、黒鉛の処理処分について検討中。

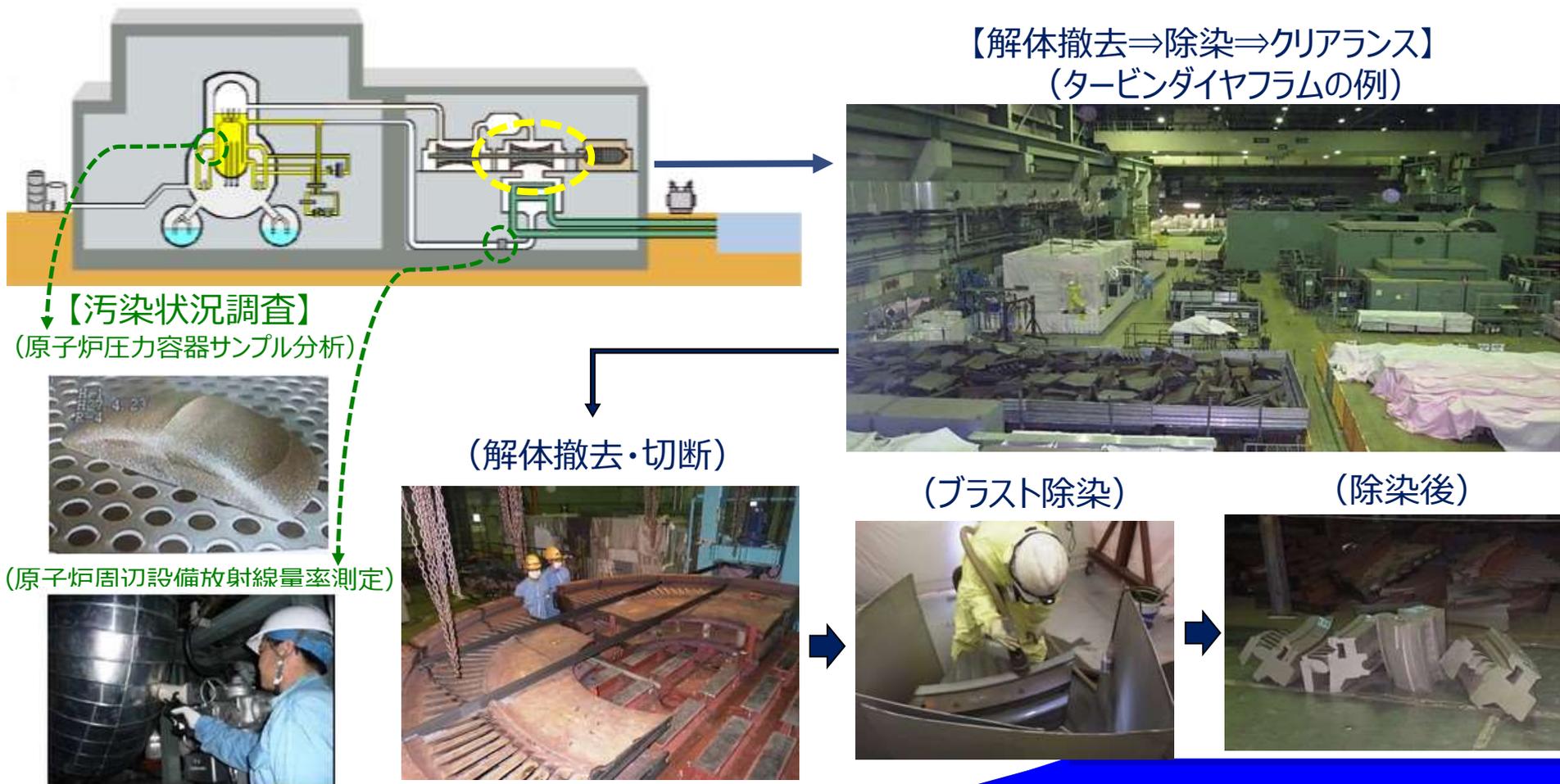


タービン建屋内の構造物の解体撤去



廃止措置プラントにおける取組み状況(浜岡 1・2号機)

- 2009年11月から廃止措置に着手、現在、廃止措置第2段階としてタービン本体や熱交換器など原子炉周辺設備の解体中
- 対象設備の汚染状況の綿密な調査や除染を施すことにより、放射性廃棄物の低減とクリアランスに取り組み、合理的な廃止措置及び円滑な推進を目指す
- 2019年3月にクリアランス認可取得⇒クリアランス測定を実施中（2020年3月に第1回目の確認証受領）



廃止措置プラントにおける取組み状況(敦賀1号機)

- 2018年より本格的な解体工事に着手（下記3工事）
- 新燃料の搬出が完了
- クリアランス認可申請中
- 廃棄物圧縮減容装置の導入等に伴い，廃止措置計画及び保安規定変更が認可
- タービン補機冷却水系及び屋外設備の解体を準備中

タービン・発電機解体工事

機械工作室エリア周辺機器 解体工事

制御棒駆動水圧ユニット 解体工事

2018年
5月



2020年
3月



状況

・解体完了
(2020年3月31日竣工)

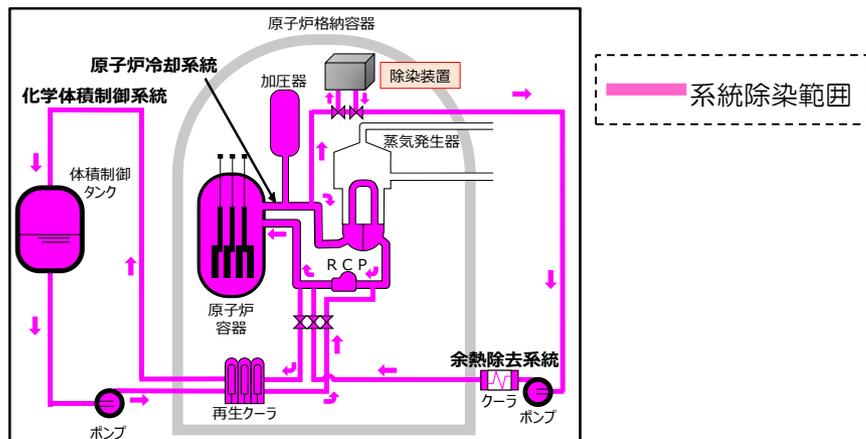
・解体完了
(2019年1月31日竣工)

・解体完了
(2019年2月12日竣工)

廃止措置プラントにおける取組み状況(美浜1,2号機)

- 2017年4月から廃止措置工事に着手。廃止措置第1段階のうち系統除染工事を完了
- 現在、残存放射能調査及び2次系設備の解体撤去を実施中

系統除染工事 (2017年4月～2018年3月)



残存放射能調査 (2017年度下期～)

管理区域内施設の放射線測定・試料採取・分析等を実施

放射線測定の例



試料採取の例



(原子炉容器)



(コンクリート壁)

2次系設備の解体撤去 (2017年度下期～)

【タービン】



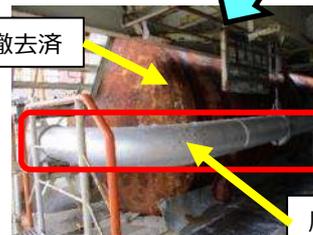
【脱気器】作業中



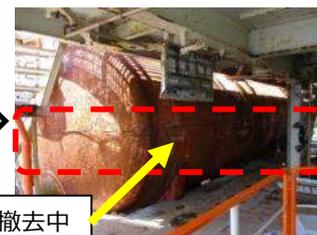
脱気器

タービン建屋

保温撤去済



周辺配管撤去中



廃止措置プラントにおける取組み状況(島根1号機)

- 2017年7月から廃止措置作業に着手
- 現在、汚染状況の調査、管理区域外にある設備の解体撤去などを実施中
- なお、施設内に貯蔵していた新燃料（92体）の搬出及び譲渡しを2018年9月に完了

【汚染状況調査】



配管の線量当量率測定



弁ハンドルの放射能測定（左：弁ハンドルの取外し 右：放射能測定）



【管理区域外設備の解体撤去工事】



管理区域外にある設備の解体撤去

【新燃料の搬出・譲渡し】

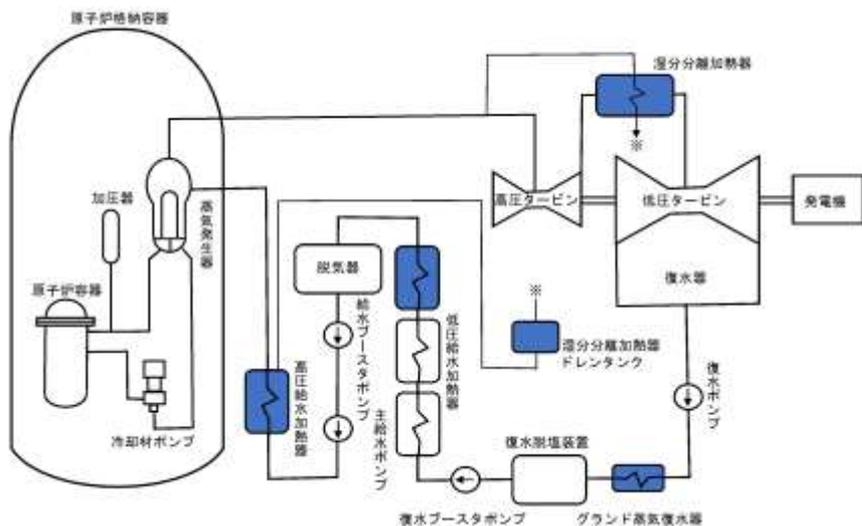


搬出・譲渡し前の新燃料除染作業

廃止措置プラントにおける取組み状況(玄海1号機)

- 2017年7月から廃止措置作業に着手、廃止措置第1段階のうち系統除染工事を完了。
- 現在、放射性物質による汚染のある1次系設備の解体準備及び汚染のない2次系設備の解体撤去工事を実施中。
- また、玄海2号機が2019年2月に廃止を決定したことから、玄海1、2号機の第2段階以降の工程時期を合わせた計画に変更する手続きを行い、2020年3月に変更認可を受領。

【2次系設備の解体撤去工事】



凡例

 : 解体撤去済み

(解体前)



(解体後)



廃止措置プラントにおける取組み状況(伊方1号機)

- 2017年9月から廃止措置作業に着手。使用済燃料の3号炉への搬出を完了
- 現在、汚染状況の調査、管理区域外設備の解体撤去などを実施中

使用済燃料の搬出 【2019年9月完了】



使用済燃料を3号炉へ構内輸送

汚染状況の調査

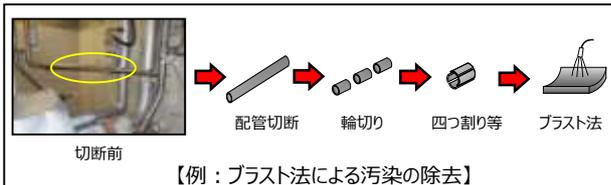


線量当量率測定



原子炉容器から分析用サンプル採取

汚染の除去



グローブボックス内でプラスト法による汚染の除去

管理区域外設備の解体撤去



撤去前



撤去後

復水ブースターポンプ・モータの撤去（復水脱塩装置エリア）

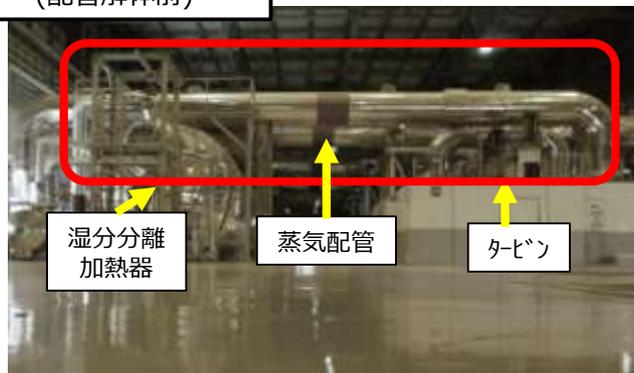
廃止措置プラントにおける取組み状況(大飯1, 2号機)

- 2020年1月から廃止措置工事に着手
- 廃止措置第1段階のうち系統除染の準備工事及び2次系設備の解体撤去を実施中

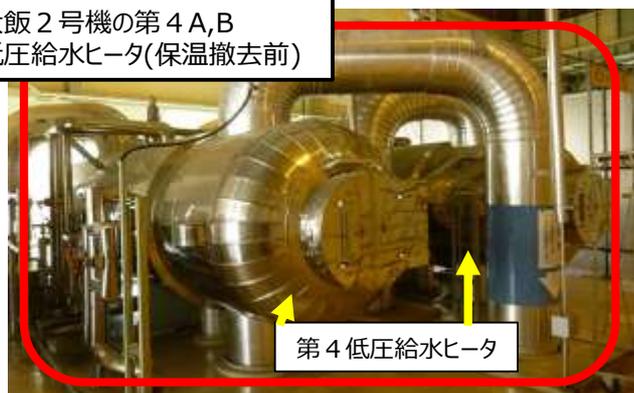
2次系設備の解体撤去 (2020年4月～)

現在、2次系設備の解体撤去のうち、蒸気配管（湿分分離加熱器からタービンへ蒸気を送る配管）の解体撤去及び低圧給水ヒータ、湿分分離加熱器等の保温撤去を実施中

大飯1号機の蒸気配管
(配管解体前)



大飯2号機の第4A,B
低圧給水ヒータ(保温撤去前)

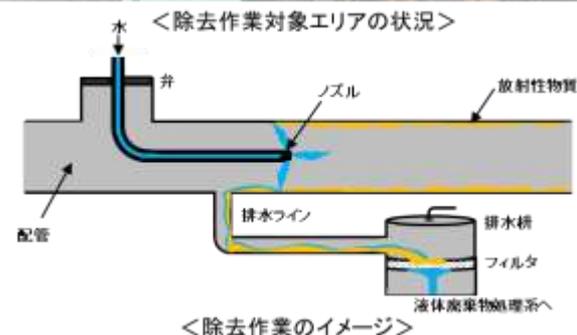
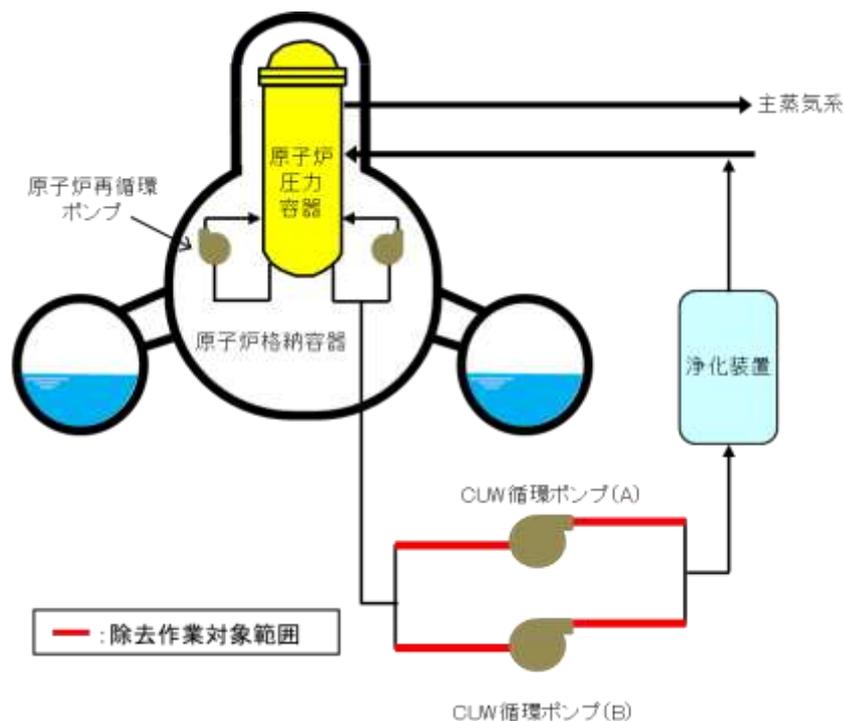


廃止措置プラントにおける取組み状況(女川1号機)

- 2019年3月18日に原子力規制委員会より、廃止措置計画の認可。
- 全体工程（34年）を4段階に区分して実施。
- 2020年7月28日に廃止措置に係る第1段階の作業として、機器・配管に付着した放射性物質を除去する作業に着手。

【放射性物質の除去作業の概要】

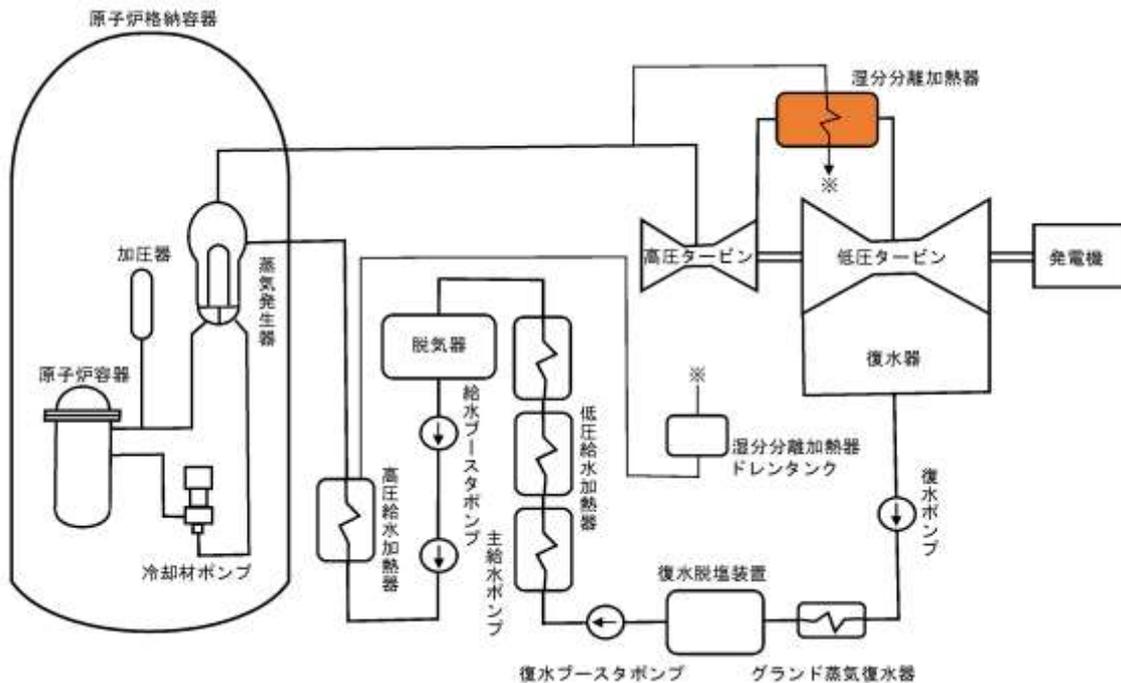
- 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ周りの配管を対象。
- 高圧洗浄装置を用いて実施し、フィルタを通して放射性物質を回収。



廃止措置プラントにおける取組み状況(玄海2号機)

- 2020年3月18日に原子力規制委員会より、廃止措置計画の認可を受領
- 2020年6月から汚染のない2次系設備の解体撤去に着手

【2次系設備の解体撤去工事】



(解体中)



凡例

■ : 解体撤去中

0. はじめに

1. 先行廃止措置プラントの取組み状況
- 2. 各社間の連携の取組み事例と更なる連携のイメージ**
3. 解体廃棄物に係る処理・処分の合理化
4. 放射性廃棄物処分施設
5. クリアランスの推進

各社での連携における取組み事例

- 2020年6月現在、国内計18基(福島第一を除く)の原子力発電所が廃止を決定
- 従来、個社において廃止措置を進めてきたが、廃止措置プラントの増加に伴い、一部電力ではアライアンスを活用した合理化に取り組んでいるところ

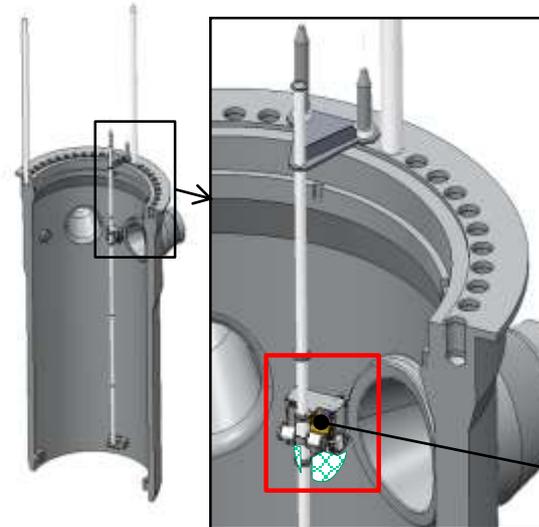
◆西日本5社相互協力協定

- 参加電力
関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、北陸電力
- 協定締結日
2016年4月22日
(北陸電力は2016年8月5日に参加)
- 相互協力項目
 - 原子力災害時における協力
 - **廃止措置実施における協力**
 - 特重施設設置における協力



◆アライアンスを活用した効率化、合理化の例 (工事共同調達等による創意工夫)

工事仕様・設計の共通化、装置の共同リース等により
安全性向上・効率化を達成



原子炉内サンプリング装置



装置トレーニングの様子

試料採取装置 (遠隔)

- 廃止措置プラントの増加に伴い、今後本格化する廃止措置工事を安全かつ円滑に進めるため、更なる電力各社の連携を検討
- 電力各社で協力・連携しあえる事項を検討するための会議体を電事連に設置し、定期的に検討

◆ 個社および各社の連携から全電力での連携へ

- 電気事業連合会において、廃止措置の安全性および効率性の向上に向けた以下の取り組みを加速していく。
 - そのうち、規制制度に関する事項については、ATENAとも協調して規制当局との対話を行っていく。
- 海外事例を参考にしながら、合理的な解体・廃棄物処理処分を追求
 - 廃止措置の進捗、プラントの状態に応じた管理のあり方
(廃止措置期間中の維持管理設備の合理化など)
 - ノウハウ蓄積、解体・処理資機材、工事仮設設備などの共用化
(持ち回りにより効率化)



0. はじめに

1. 先行廃止措置プラントの取組み状況
2. 各社間の連携の取組み事例と更なる連携のイメージ
- 3. 解体廃棄物に係る処理・処分の合理化**
4. 放射性廃棄物処分施設
5. クリアランスの推進

○海外事例も参考にしながら、解体から解体物の処理・処分に亘る全体最適化、合理化を追求

◆検討中の合理化方策の例

処分容器の大型化

従来のドラム缶への収納から、大型処分容器への収納を採用

⇒ 収納効率を向上



(大型処分容器のイメージ)

[更なる大型化の可能性を検討中]

大型金属等の集中処理

現有の発電所設備では処理が難しい大型の金属等について、発電所内外で集中的に除染、解体、溶融処理等を実施

⇒ 効率化を期待



(参考)スウェーデンにおける金属廃棄物の溶融処理

出典：原環センタートピックス(2004.9 No71)

第5回使用済燃料対策推進協議会（2020.7.2）

【電事連会長】

解体から解体物の処理・処分に亘る全体最適を図っていくとの観点から、大型金属の海外処理の活用を含め、各種知見の収集等、必要な検討・取組を進めていく。

【梶山経産大臣】（事業者に取り組んでいただきたい事項）

大型金属の海外処理やクリアランス制度活用といった円滑な廃炉に必要な検討・取組促進。

大型金属の海外処理 (Cyclife社の汚染金属リサイクル概要)

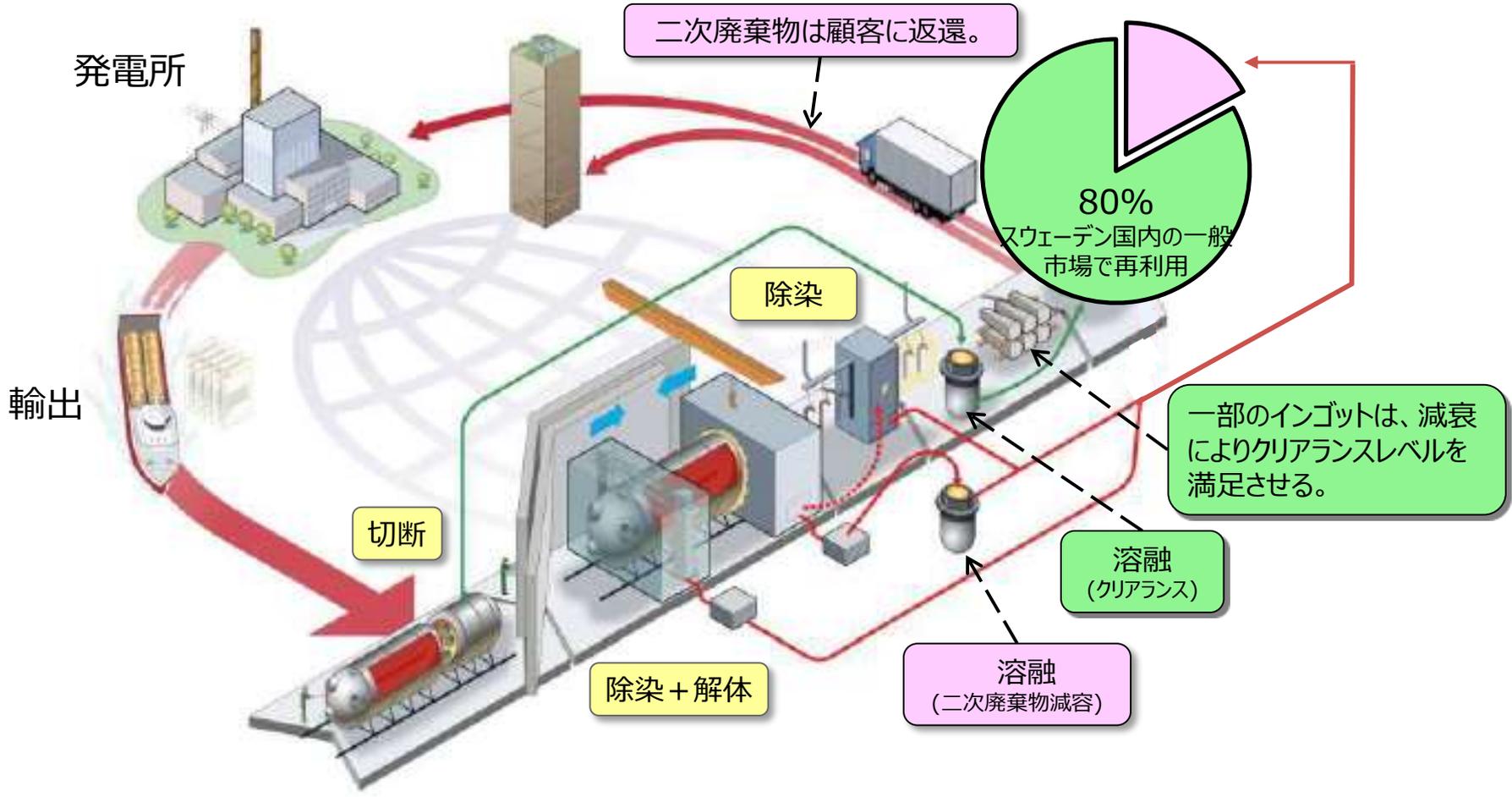
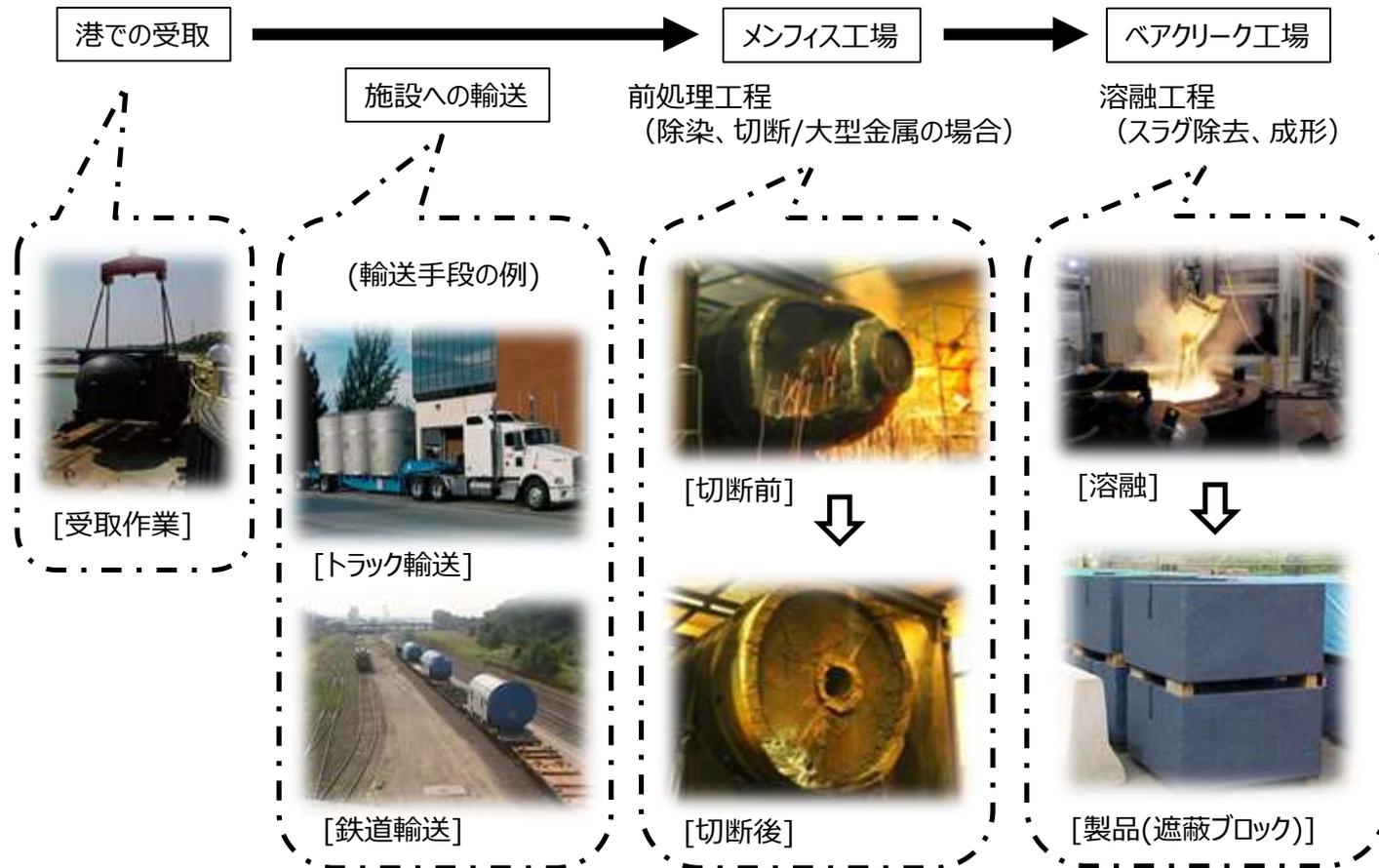


図 スウェーデンにおける蒸気発生器の処理概要

大型金属の海外処理 (Energy Solutions社の汚染金属リサイクル概要)

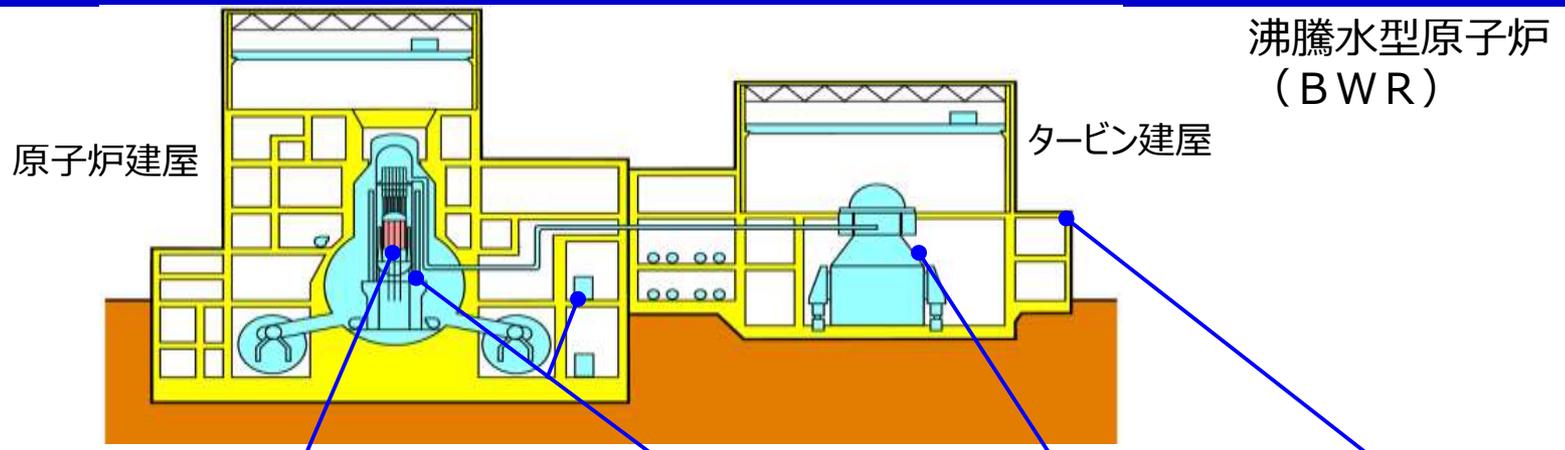


※ リサイクル目的の金属材料が、ES社の受入基準内であれば、顧客に対する一切の返還はない。

0. はじめに

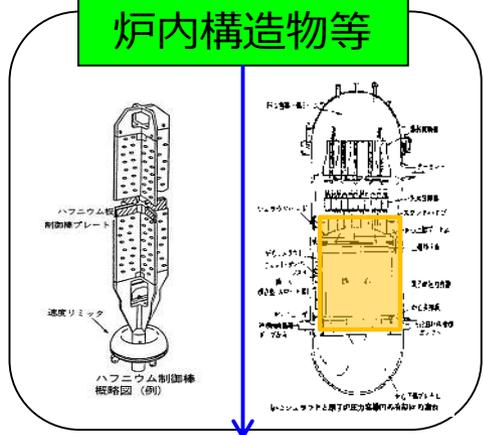
1. 先行廃止措置プラントの取組み状況
2. 各社間の連携の取組み事例と更なる連携のイメージ
3. 解体廃棄物に係る処理・処分の合理化
4. 放射性廃棄物処分施設
5. クリアランスの推進

原子力発電所の廃止措置に伴い発生する廃棄物等



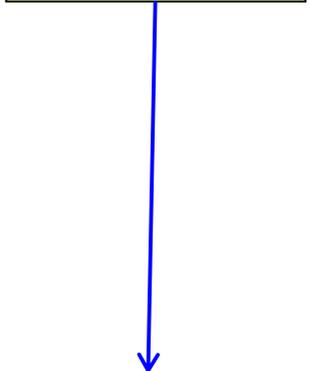
沸騰水型原子炉 (BWR)

制御棒
炉内構造物等



L1 廃棄物

圧力容器
周辺機器等



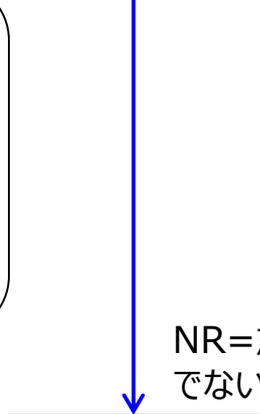
L2~L3 廃棄物

タービン
配管等



クリアランス物

建屋等



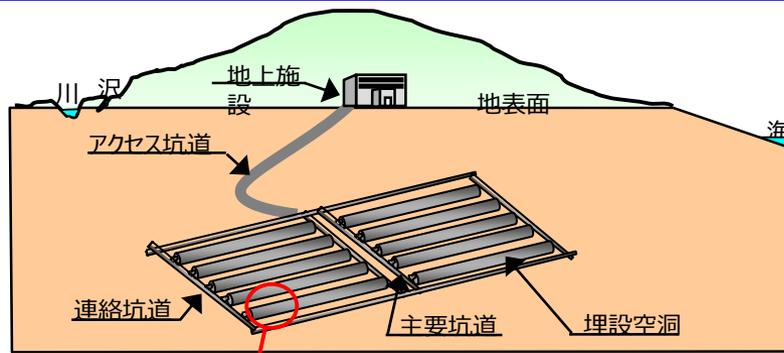
NR

NR=放射性廃棄物でない廃棄物

	L1	L2	L3	クリアランス	NR
発生量(万t)	0.77	7.4	40	102	2083
割合(%)	0.03	0.3	1.8	4.6	93

51プラントの廃止措置実施方針より集計

中深度処分（L1）施設の検討



空洞充てん材 底部・側部：鉄筋コンクリート、上部：ベントナイト混合土

低透水層 圧縮ベントナイト

低拡散層 モルタル

コンクリート 鉄筋コンクリート

区画内充填材 モルタル

廃棄体 鋼製容器

約13m

約18m

約12m

約18m

断面図

支保工

約14m

縦面図

- 平成30年8月に提示された「中深度処分における廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備に係る骨子案」及び令和2年7月に示された「中深度処分に係る規制基準等における要求事項について」において、廃棄物埋設地を将来にわたって地表から70m以上の深度が確保される区域に設けること、ALARAの考え方に基づく設計プロセスを確認すること等、規制要求の見直しが示されてきており、要求に基づいた検討を進めている。

(参考) 左図は、平成27年2月に廃炉等に伴う放射性廃棄物規制に関する検討チーム（第2回会合）で示した設計概念

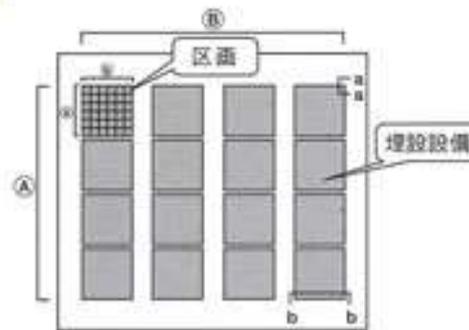
ピット処分（L2）施設の検討

- 日本原燃が第二種廃棄物埋設事業の許可を得て、低レベル放射性廃棄物埋設センターで廃棄物を受入中。

2号埋設設備

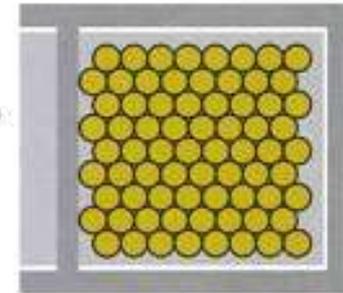
●全体平面図

- ①:約152m
- ②:約191m
- ③:約 36m
- ④:約 37m

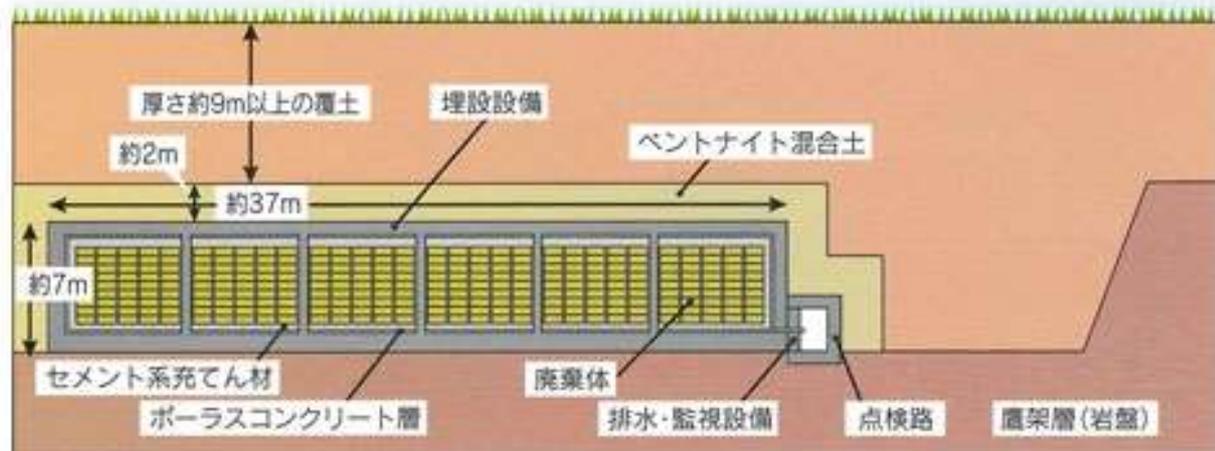


●区画断面図 (a-a断面)

廃棄体を9段5列8行の
積みで定置します。



●埋設地断面図 (b-b断面)



(参考)

日本原燃

低レベル放射性廃棄物埋設センター

2号埋設施設

トレンチ処分（L3）施設の検討状況

- 東海発電所社有地内に約 80m×100m範囲を約4m掘削し、東海発電所の解体で発生するL3レベルのコンクリートや金属を約16,000トン埋設可能。
- 2015年7月申請、2019年10月のピット・トレンチに係る規則等の改正を受け、現在、覆土の設計変更、それに伴う安全評価の見直し等を実施中。

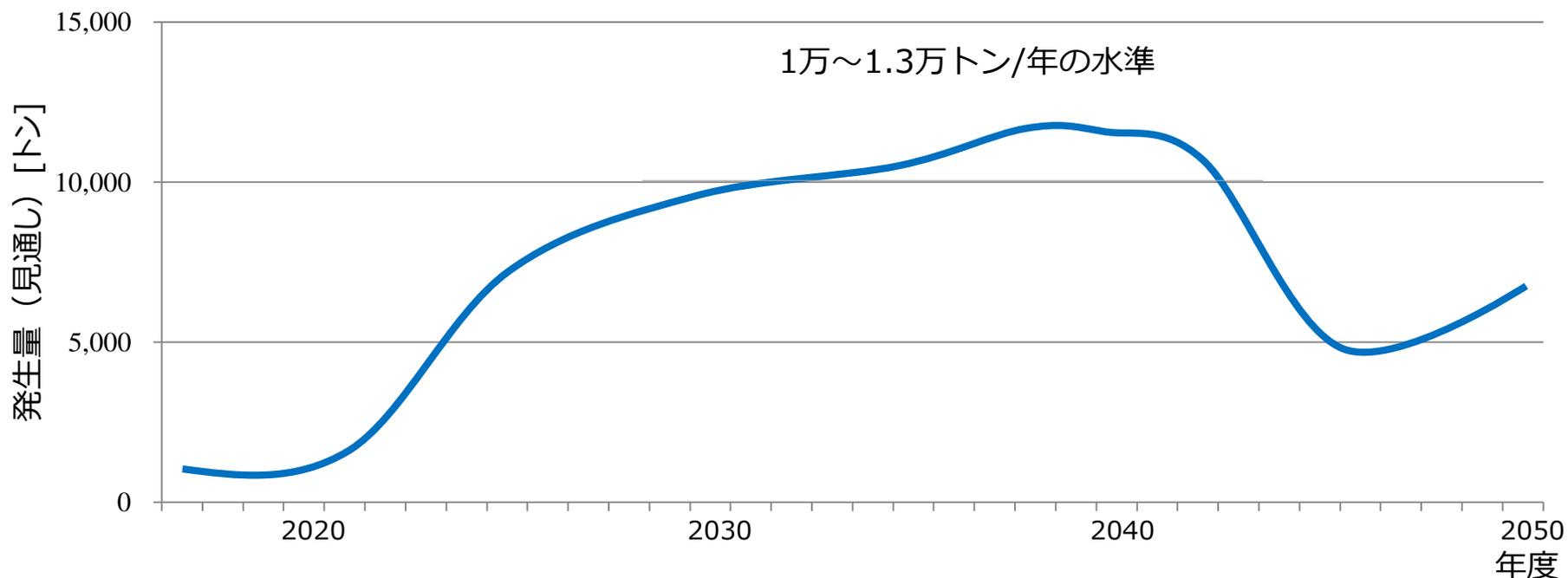


0. はじめに

1. 先行廃止措置プラントの取組み状況
2. 各社間の連携の取組み事例と更なる連携のイメージ
3. 解体廃棄物に係る処理・処分の合理化
4. 放射性廃棄物処分施設
5. クリアランスの推進

- クリアランス対象物（原子力規制委員会の確認後、有価物もしくは産業廃棄物として扱えるもの）のうち、例えば、金属は、現状では年間1,000トン程度発生。今後、廃炉が増加するにつれて、約10年後には**10倍**程度発生する見通し。
- 今後**増加するクリアランス対象物を適切に**処理・処分する必要がある。

クリアランス対象物のうち金属の発生量の見通し



- 今後の廃止措置に伴い大量のクリアランス物が発生する見込みであることから、クリアランス再利用を推進し、円滑な廃止措置を進められるようにする必要がある。

◆クリアランス物の再利用推進に向けて

これまでの再利用実績

〔制度が定着するまでの間、事業者は自主的に搬出ルートを把握・業界内で再生利用〕

- ・ベンチ、テーブル、遮蔽体
⇒ 各電力施設等国内各地に設置
- ・廃棄物容器（国の実証事業での試作）
⇒ 国と連携した地元説明会を経て、廃棄物容器を試作



ベンチ



実証事業での容器試作

試作した廃棄物容器は、再加工し、低レベル放射性廃棄物輸送船のカウンターウェイトとして再利用。

諸外国での状況

- ・ドイツやスウェーデン等のクリアランス制度を導入している各国では、クリアランス金属が再利用先の限定なく一般産業でリサイクルされている



リサイクル予定のクリアランス金属

今後の取組み方針

- ・クリアランス再利用の更なる実績作りとして、**国による理解醸成などの協力を得て、建材などへの加工/業界内での再利用を目指す。**
- ・今後の再利用実績を踏まえて、**将来的に再利用先の拡大に向けて、国においても然るべきタイミングで制度が社会に定着したかどうか判断頂きたい。**

業界内限定での再利用の解除に向けての取組み

➤ クリアランス制度の定着が判断されるよう以下の取組みを検討し、進めていく。

取組み	内 容
再利用実績の促進	<ul style="list-style-type: none"> ・クリアランス金属を一般建材等へ加工し、業界内での再利用を目指して取り組む。
理解活動の継続	<ul style="list-style-type: none"> ・大学での講義、小・中学生対象のイベント等を通して、クリアランス物やクリアランス制度についての説明、HPでの理解促進活動を継続していく。 ・クリアランス金属を用いたPR品等を製作し、一般の方の目に触れやすい場などへの展示を目指して取り組む。

上記取組みと並行して、

クリアランス制度の社会定着判断に向けたロードマップを関係者間で検討し、進めていけるような取組みを検討する。

電力の取組み

- ベンチ ; 88脚 (30か所)
- 遮蔽体 ; 79体 (J-PARKで利用)
- 車両侵入防止ブロック ; 329個 等
- ◆ 電力の地元の金属製造メーカーで加工し、これまでに約 230トンの金属を再利用
- ◆ クリアランス物を受入れて頂けるメーカー数を増やすよう検討している。

参 考

クリアランス金属再生利用実績表 (再利用先)

設置日	再利用先	製品	数量
2018年7月27日	北海道電力(株)泊発電所	ベンチ	1脚
2018年4月16日	原電 東海テラパーク	ベンチ	13脚
2018年3月30日	九州電力(株)本店	ベンチ	1脚
2018年3月26日	中国電力(株)本店	ベンチ	1脚
2017年3月29日	原電 東海総合研修センター	ベンチ	2脚
2015年3月27日	原電 敦賀発電所	車両の進入を防止するためのブロック	313個
2013年5月17日	原電 敦賀総合研修センター	ベンチ	6脚
	原電 敦賀地区本部入口	ベンチ	1脚
	原電 敦賀発電所	ベンチ	5脚
2012年12月11日	原電 東海テラパーク	ベンチ	10脚
2012年12月3日	原電 東海総合研修センター	ベンチ	6脚
2011年7月6日	中国電力(株)島根原子力発電所	ベンチ	1脚
2011年7月5日	四国電力(株)本店	ベンチ	1脚
	四国電力(株)伊方発電所	ベンチ	1脚
	四国電力(株)原子力保安研修所	ベンチ	1脚
2011年4月1日	原電 敦賀発電所	配管サポート用コンクリート基礎の埋込金具	143個
2011年3月28日	原電 東海第二発電所	クレーン荷重試験用ウェイト	89個
2010年11月10日	(社)日本原子力産業協会	ベンチ	1脚
2010年9月1日	東北電力(株)女川原子力発電所	ベンチ	1脚
	四国電力(株)伊方発電所	ベンチ	1脚
2010年3月25日	原電 東海第二発電所	配管サポート用コンクリート基礎の埋込金具	80個
		ベンチ	4脚
2010年2月26日	中部電力(株)浜岡原子力発電所	ベンチ	1脚
2010年2月24日			

設置日	再利用先	製品	数量
2010年2月3日	東京電力(株)電気の史料館	ベンチ	1脚
2009年7月17日	関西原子力懇談会(大阪科学技術館)	ベンチ	1脚
2009年7月7日	北陸電力(株)本店	ベンチ	1脚
2009年5月29日	原電 本店	ベンチ	2脚
		テーブル	4台
2009年4月24日	関西電力(株)原子力事業本部	ベンチ	1脚
2009年2月25日	日本原燃(株)六ヶ所原燃PRセンター	ベンチ	1脚
	日本原燃(株)周辺防護区域出入管理所	ベンチ	1脚
2009年2月24日	原電 東海発電所	車両の進入を防止するためのブロック	16個
2008年7月15日	原電 敦賀原子力館	ベンチ	5脚
		テーブル	1台
2008年5月23日	原電 東海テラパーク	ブロック	600個
		ベンチ	5脚
2008年3月31日	北陸電力(株)志賀原子力発電所	ベンチ	1脚
	J - PARC	遮へい体	19体
2008年3月28日	(社)日本アイソトープ協会 滝沢研究所	ベンチ	1脚
2008年3月24日	J - PARC	遮へい体	20体
	J - PARC	遮へい体	20体
		ベンチ	3脚
2008年2月29日	原電 東海テラパーク	テーブル	2台
	原電 東海発電所	テーブル	1台
	原電 東海事務所	テーブル	2台
2007年10月10日	J - PARC	遮へい体	20体

(出典) http://www.japc.co.jp/haishi/clearance_results2.html

クリアランス金属再生利用実績表（展示先）

展示先	製品	数量	展示期間
経済産業省本館内居室	ベンチ	1脚	2019年2月27日～2021年3月末
電気事業連合会受付	ベンチ	2脚	2015年6月25日から2021年6月末
内閣府原子力委員会委員室前他居室	ベンチ	2脚	2010年10月28日から2015年6月25日
文部科学省副大臣室他居室	ベンチ	3脚	2010年7月29日から2020年6月末
環境省内居室	ベンチ	1脚	2010年6月22日から2020年5月末
経済産業省別館ロビー	ベンチ	2脚	2009年5月29日から2017年3月28日

(出典) http://www.japc.co.jp/haishi/clearance_results2.html

クリアランス理解活動実績例

実施年月日	説明者	説明先
平成22年8月19日	日本原子力発電	一般市民(文部科学省こどもデー)
平成22年10月26日	日本原子力発電	一般市民(文部科学省ワークショップ)
平成27年11月27, 28日	日本製鋼所、神戸製鋼所、電気事業連合会	一般市民(経済産業省委託事業住民説明会)
平成28年5月21日	電気事業連合会	NPOあすかエネルギーフォーラム
平成28年6月28日	日本製鋼所、神戸製鋼所、電気事業連合会	一般市民(経済産業省委託事業報告会)
平成29年1月10日	電気事業連合会	十文字学園女子大学
平成29年4月23日	電気事業連合会	一般市民(室蘭工大テクノカフェ)
平成29年5月29日	電気事業連合会	報道関係者
平成29年6月17日	電気事業連合会	一般市民(消費生活アドバイザー勉強会)
平成29年6月28日	日本製鋼所、神戸製鋼所、電気事業連合会	一般市民(経済産業省委託事業報告会)
平成30年1月9日 (以降、半年毎に開催)	電気事業連合会	十文字学園女子大学
平成30年3月22日	日本製鋼所、神戸製鋼所、電気事業連合会	一般市民(経済産業省委託事業報告会)
令和元年8月7,8日	電気事業連合会	一般市民(経済産業省こどもデー)

(一財)エネルギー総合工学研究所「原子力施設及びRI施設の解体物等のリサイクルに向けて」より、一部引用、加筆。
http://www.iae.or.jp/report/list/nuclear_energy/haishi-report/#