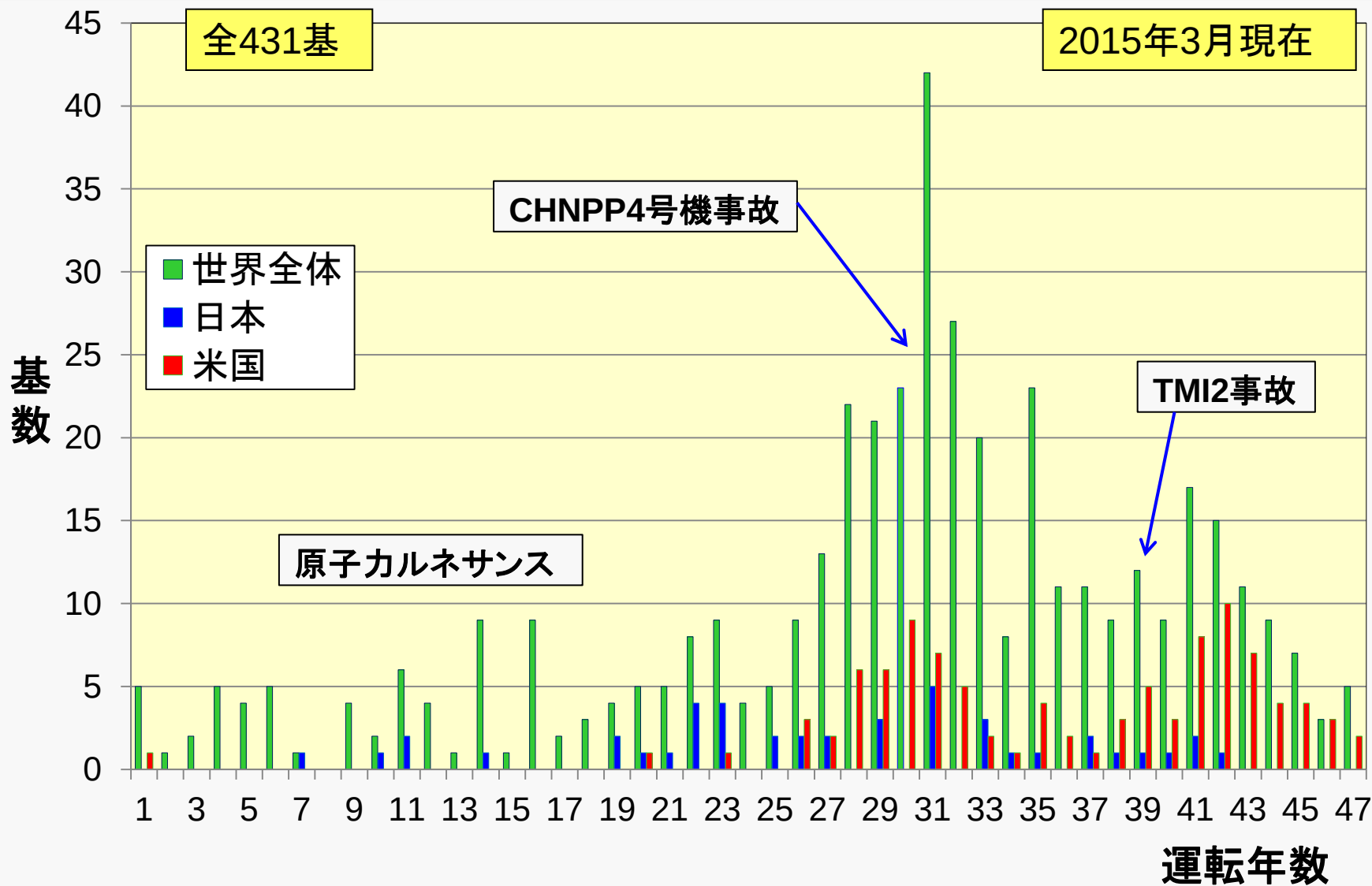


日本原子力学会「バックエンド部会」主催
第31回バックエンド夏期セミナー
2015年8月5日(水)～8月6日(木)
旭川市(道北経済センタービル)

諸外国の原子力施設の廃止措置 及び関連する放射性廃棄物管理の動向

2015年 8月 5日

(公財)原子力バックエンド推進センター
榎戸 裕二



世界の原子力発電所の運転年数
(ANS Nuclear News 等より作成)

米国の原子力発電所の寿命延長の動向

更新(予定含)プラント104機のうち5機が恒久運転停止に転じた。

99基の許認可更新(法定期限40年→60年)手続き

許認可期限	延長後の期限	基数	状況
2010年	2030年	7	完了
2015年	2035年	30	完了
2020年	2040年	13	完了
2025年	2045年	15	完了
2030年	2050年	8	完了
認可申請中	2033～2048年	19	1基許可切れ、他運転中
未申請		7	予定あり又は寿命余裕あり

(ANS, Nucl. News 2015年3月号から作成)

日本において運転年数が35年を超えた原子力発電所

(朱記は40年以上)

(2015年4月 現在)

電力会社	発電所名	運転開始年月	電気出力(万kW)	炉型	廃止措置予定
関西電力	美浜1号機	1970年11月	34.0	PWR	恒久運転停止(4月末)
	美浜2号機	1972年7月	50.0	PWR	恒久運転停止(4月末)
	美浜3号機	1976年12月	82.6	PWR	運転
	高浜1号機	1974年11月	72.6	PWR	運転継続
	高浜2号機	1975年11月	82.6	PWR	運転
	大飯1号機	1979年3月	117.5	PWR	運転
	大飯2号機	1979年12月	117.5	PWR	運転
中国電力	島根1号機	1974年3月	46.0	BWR	恒久運転停止(4月末)
四国電力	伊方1号機	1977年9月	56.6	PWR	運転
九州電力	玄海1号機	1975年10月	55.9	PWR	恒久運転停止(4月末)
日本原電	敦賀1号機	1970年3月	35.7	BWR	恒久運転停止(4月末)
	東海2号機	1978年11月	110.0	BWR	運転

世界の発電炉の廃止措置の現状

(1万kWe 以上、2015年 4 月現在)

基数	米 国	英 国	ドイツ	仏 国	日 本	その他	世 界
運転停止	35	29	27	12	16	38	158
解体撤去完了	16	0	3	0	1*1	1	21
解体中（安全貯蔵中含）	14	3	16	11	2*2	13	60
廃止措置準備中	5	26	8	1	13*3	24	77

* 1 : JPDR, * 2 : 東海発電所, 「ふげん」

* 3 : 浜岡1, 2, 福島第一1~6, 敦賀1, 美浜
1, 2, 島根1, 玄海1

(出典: ANS Nuclear News,
IAEA PRIS, その他)

日本の発電炉廃止措置の実績と現況

(2015年3月末現在)

名称	炉型	電気出力 (MWe)	運転 期間	廃止措置終了(予定)	現況
JPDR	BWR	12	約19年	1996年	完了 更地化
東海発電所	GCR	16.6	約32年	(2024年)	第2期工事 実施中
ふげん	ATR	16.5	24年	(2033年)	^2H 回収、 ^3H 撤 去、機器撤去
浜岡発電所	1号機 BWR	540	約33年	(2036年)	第一段階 (系統除染、燃 料搬出、汚染 状況調査、他)
	2号機 BWR	840	約30年	(2036年)	

廃止措置方式(戦略)とその特徴

1. **即時解体 (DECON: Immediate Dismantling)**
恒久運転停止後、速やかに除染/解体撤去し許認可解除する。
2. **安全貯蔵 (SAFSTOR: Safe Store 又はDeferred Dismantling)**
燃料・冷却材を撤去し、施設内の放射能の減衰を待ち(～80年)除染/解体する。この間、放射線管理と安全管理を行う(**密閉管理ともいう**)。

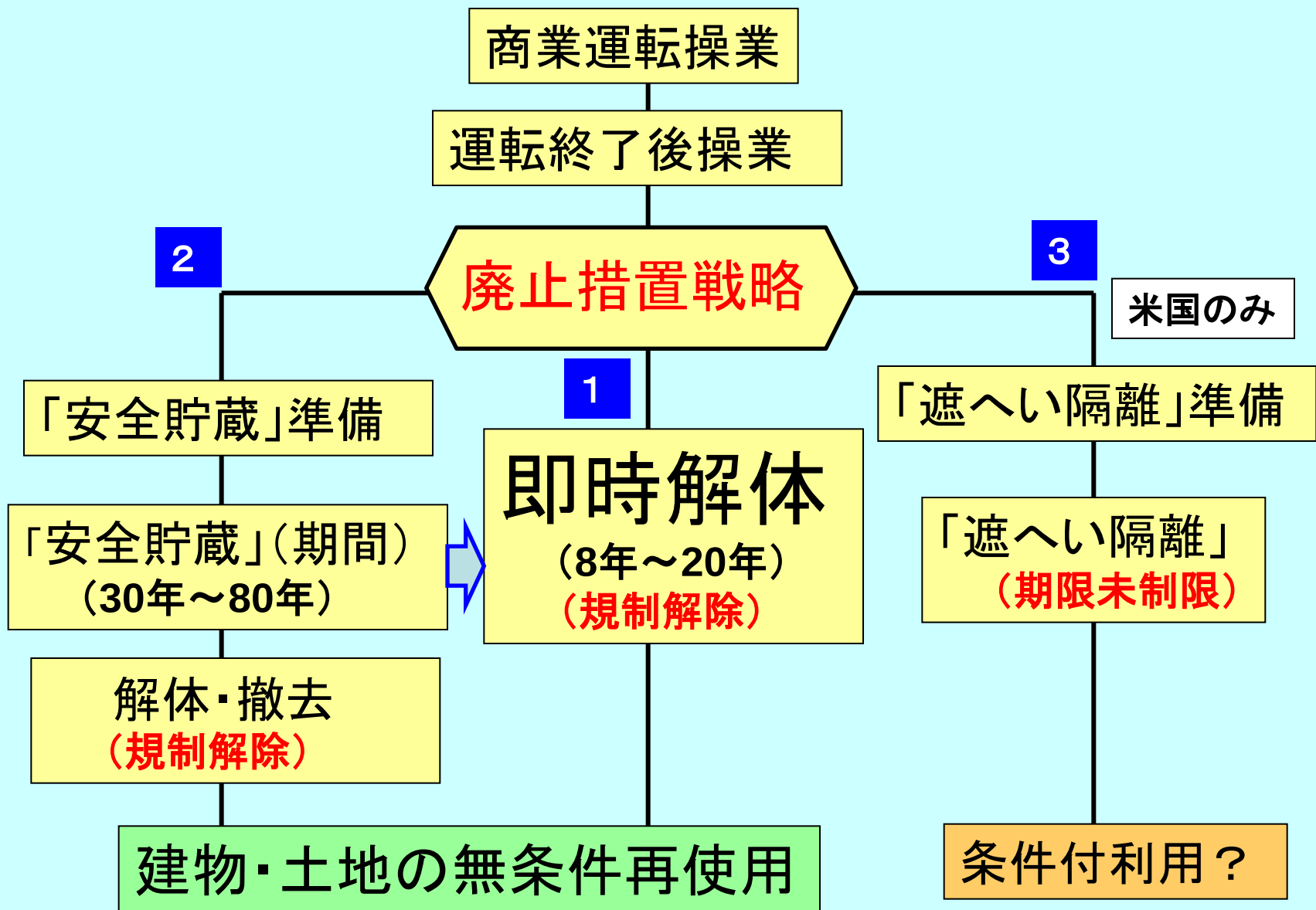
(即時解体/安全貯蔵の併用方式の選択・実績あり)

3. **遮へい隔離 (ENTOMB: Entombment) ⇒ 米国DOE内で「ISD」として許可。**
原子炉等の放射線源を恒久的に外側を頑丈な構造物(例、コンクリート)で囲い隔離し、放射能が規制解除可能なレベルまで減衰後に解体する。
(**実質的に最終処分場**) (IAEA等: 過酷事故でのみ選択すべき)

◎安全貯蔵－解体撤去

日本の商用原子力発電施設の標準方法

放射能減衰(5～10年)効果を考慮した即時解体方式



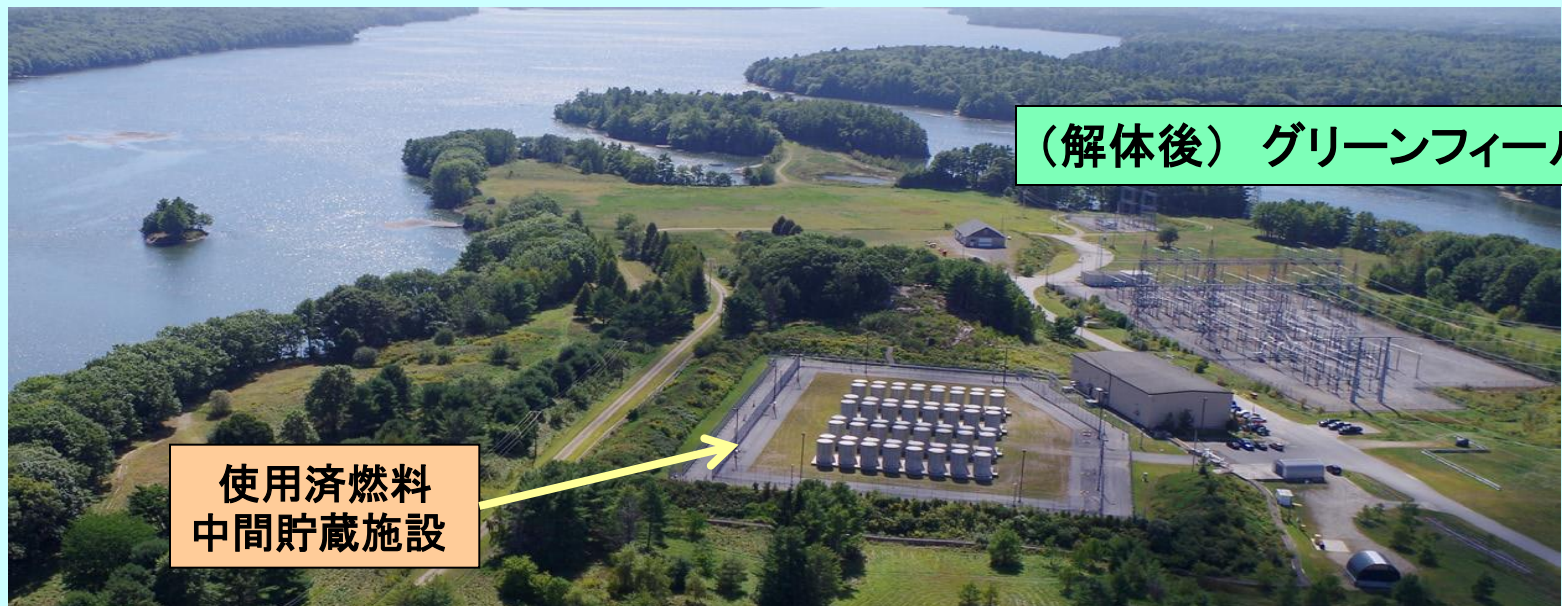
廃止措置の3戦略及び目標



(運転中)



(解体中)



(解体後) グリーンフィールド

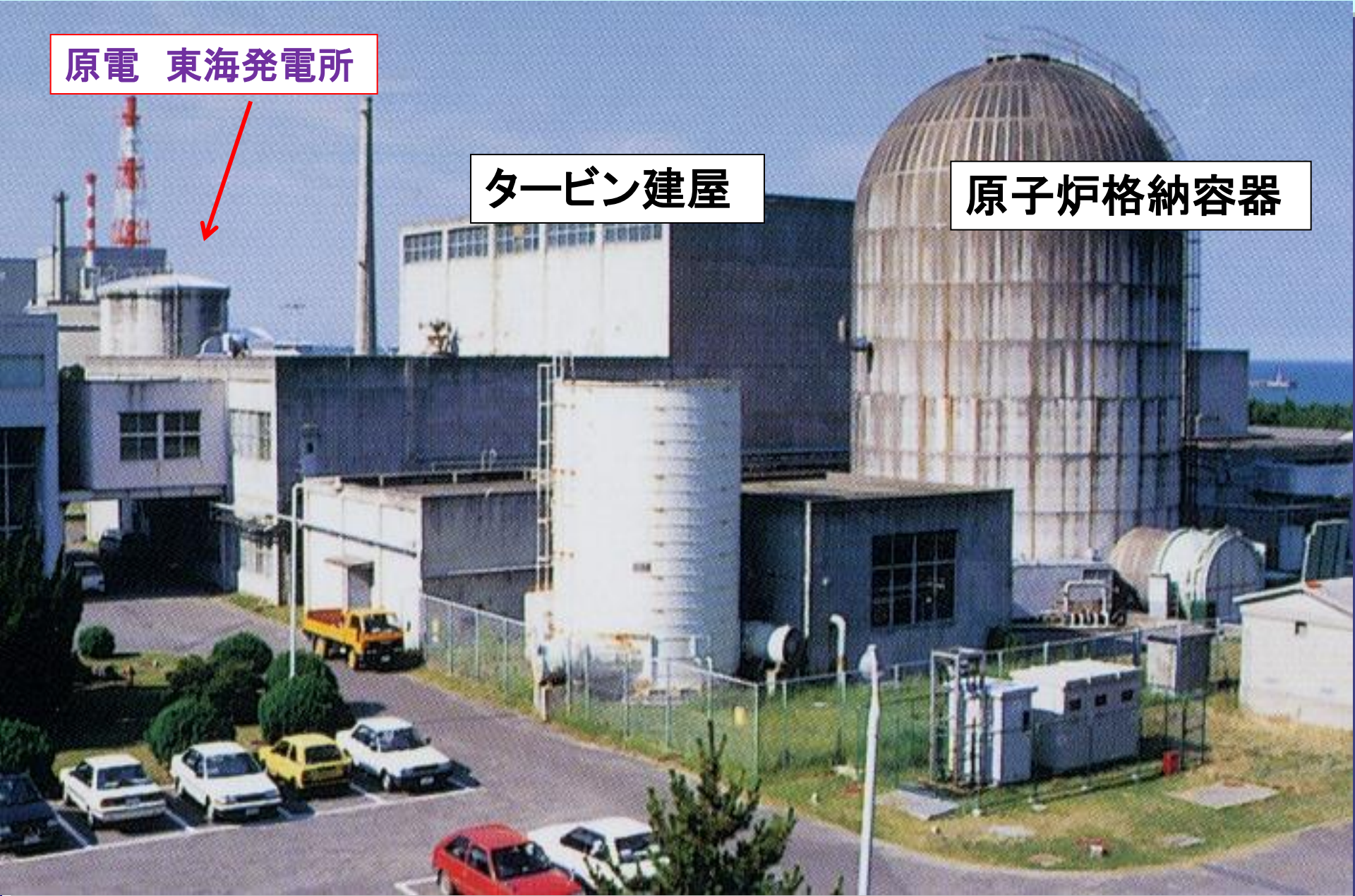
使用済燃料
中間貯蔵施設

米国メインヤンキー発電所の廃止措置 (即時解体)
(2005年末解体終了)

原電 東海発電所

タービン建屋

原子炉格納容器



即時解体 (DECON) 方式による解体
によりサイトを無拘束解放

原子炉格納容器跡

旧原研JPDR解体完了後のサイト(1996年3月)

Berkeley Site

Strategic Environmental Assessment Site Specific Baseline

September 2014

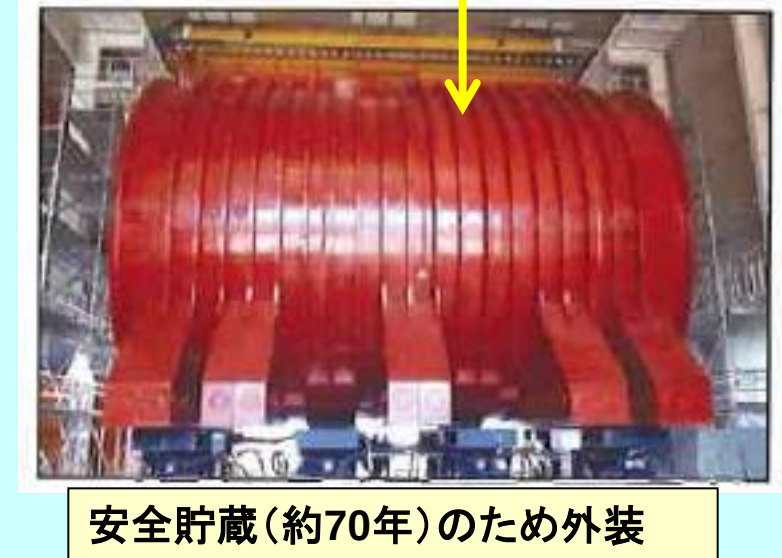
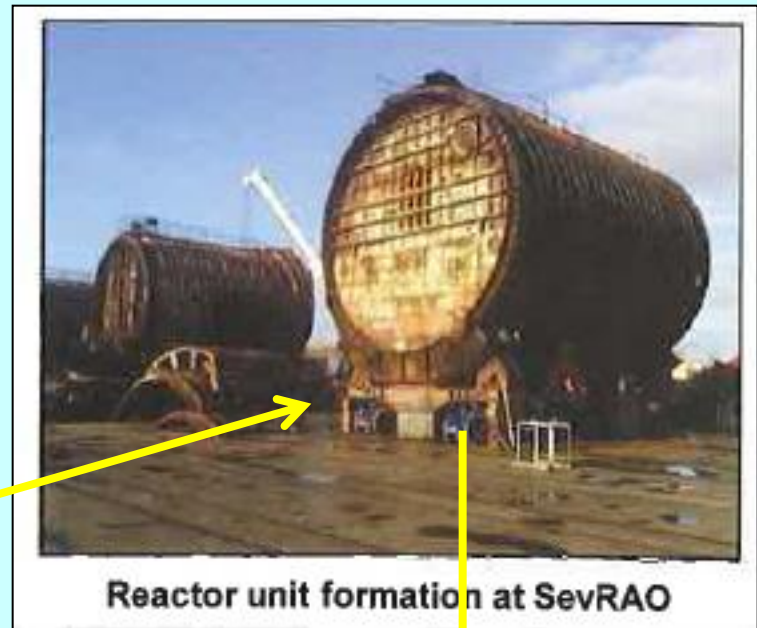
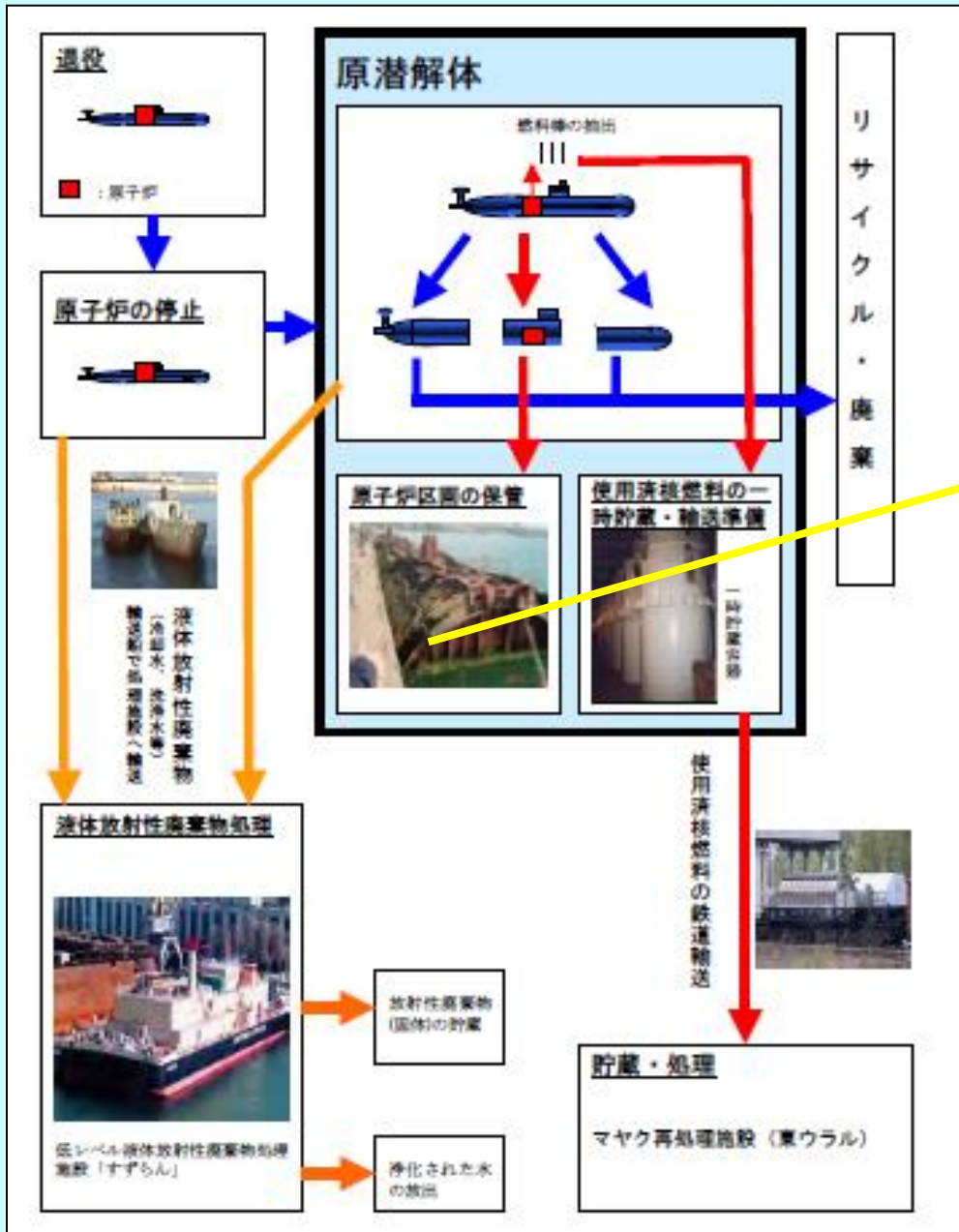
MAGNOX社 H. Pより



C & M (安全貯蔵)
(密閉管理ともいう):
2021年～2079年

RANDEC

英国 Berkeley 発電所 1, 2号機(Magnox炉)のC&M準備



日露非核化協力技術事務局資料から

廃止措置オプション「長期安全貯蔵方式」選択の理由 (英国の場合、26基が運転停止)

1. 廃止措置費用不足
2. 廃止措置経験者不足
3. 原子炉の放射能減衰効果期待
4. 廃棄物処分場の容量不足とコスト

利点:

1. 作業者の被ばく低減が可能
2. サイトの部分解放によりサイト再利用も可能

問題点:

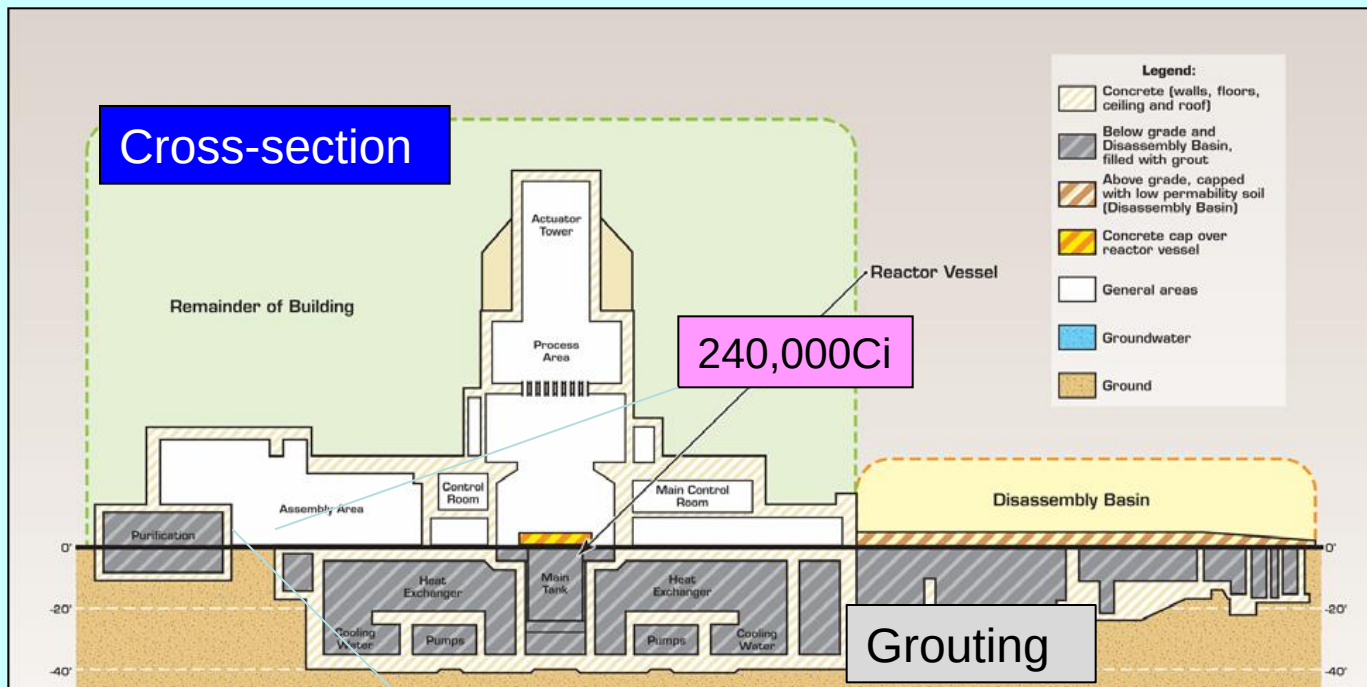
1. 60年以上規制解除できない→放射能長期存在
2. 長期亘る施設の安全確保活動(定期サーベイ)
3. 施設の維持管理の継続的経費発生

次世代の負担増大は国際的な原則に相応しくない。



End State

2009



**DOE SRS P-Reactor
before In situ
Decommissioning
and End State
(WM2011他)**



日本の原子力施設の廃止措置経験概要

○発電用原子炉(原子力発電所):

1. JPDR(動力試験炉)
2. 新型転換炉 “ふげん”(重水減速・軽水冷却型)
3. 東海発電所(マグノックス炉型)
4. 浜岡原子力発電所1号機、2号機(BWR型)

○試験・研究炉及び加速器:

JRR 3 → JRR3M (JAEA)、他20機以上の大学、産業界の試験研究炉、臨界プラズマ試験装置(JT-60)、医用加速器(粒子線治療サイクロトン)。

○核燃料取扱及びRI製造施設:

濃縮施設, 燃料加工施設, U-転換施設, ホットラボ, 放射性廃棄物処理施設, 再処理試験施設、RI製造施設、核燃料試験施設。

JRR-3の解体撤去から新炉建設(JRR-3→JRR-3M)



▲旧JRR-3炉室全景
(1983年3月)

JRR-3M炉室(新炉)
(1990年3月) ▶

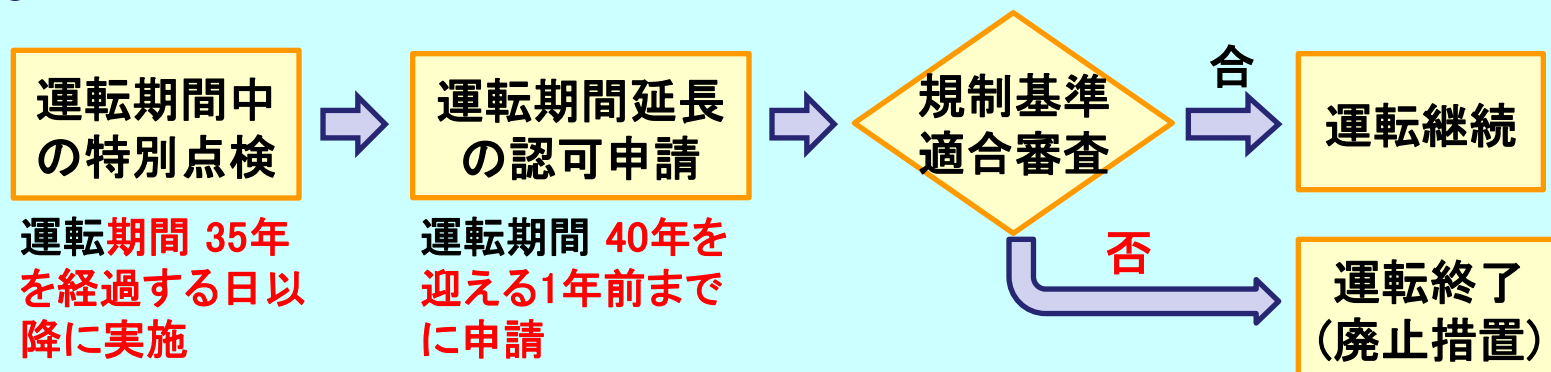


▲炉体一括撤去(1986)



原子炉施設の運転期間に係る規制(2013年改正)

運転期間 ⇒ 最初に使用前検査に合格した日から起算して40年
 条件付き措置 ⇒ 運転期間延長の認可申請（最長20年、1回限り）

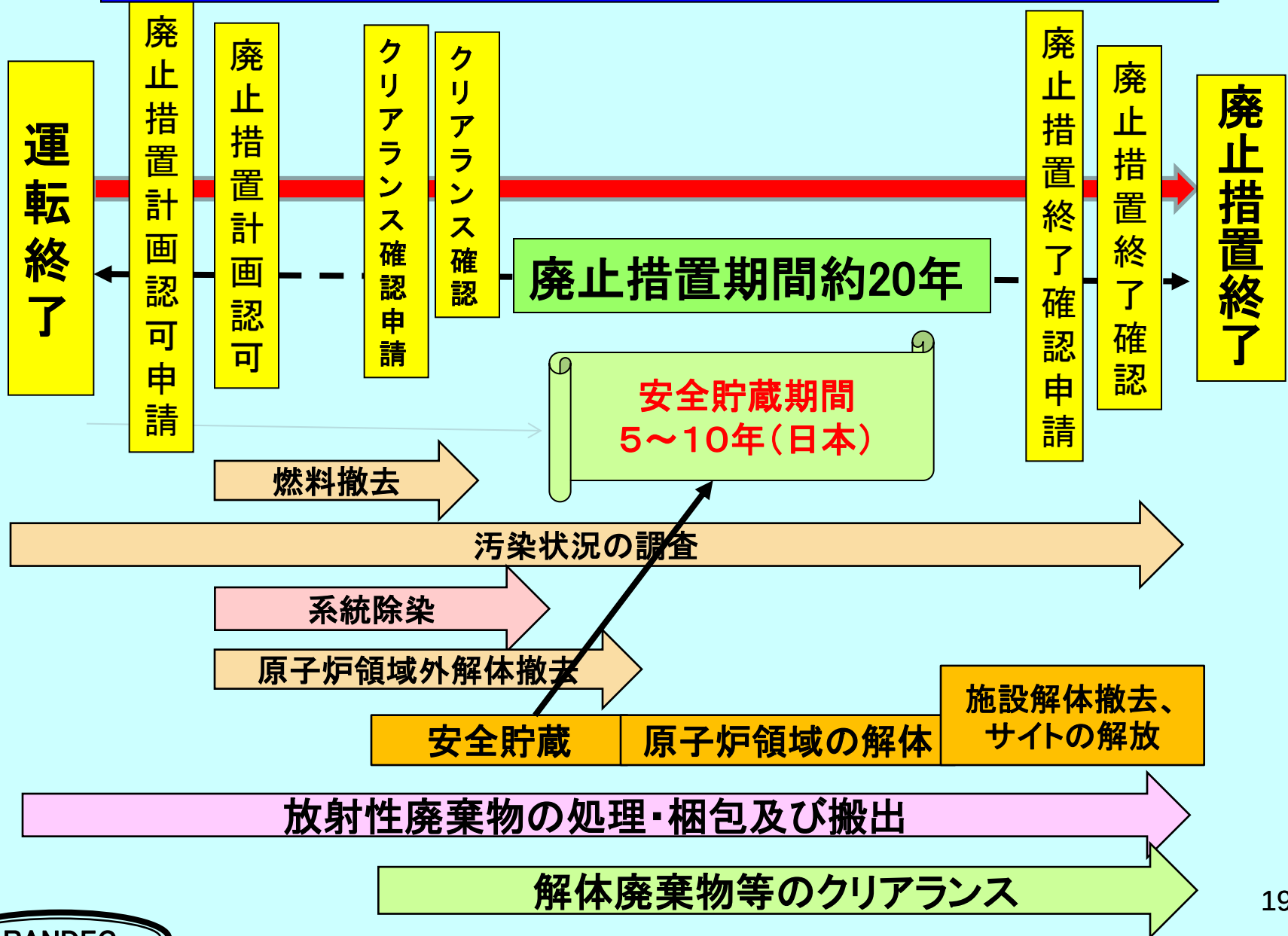


核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
 (昭和三十二年六月十日法律第百六十六号)
 最終改正:平成二五年一月二二日法律第八二号

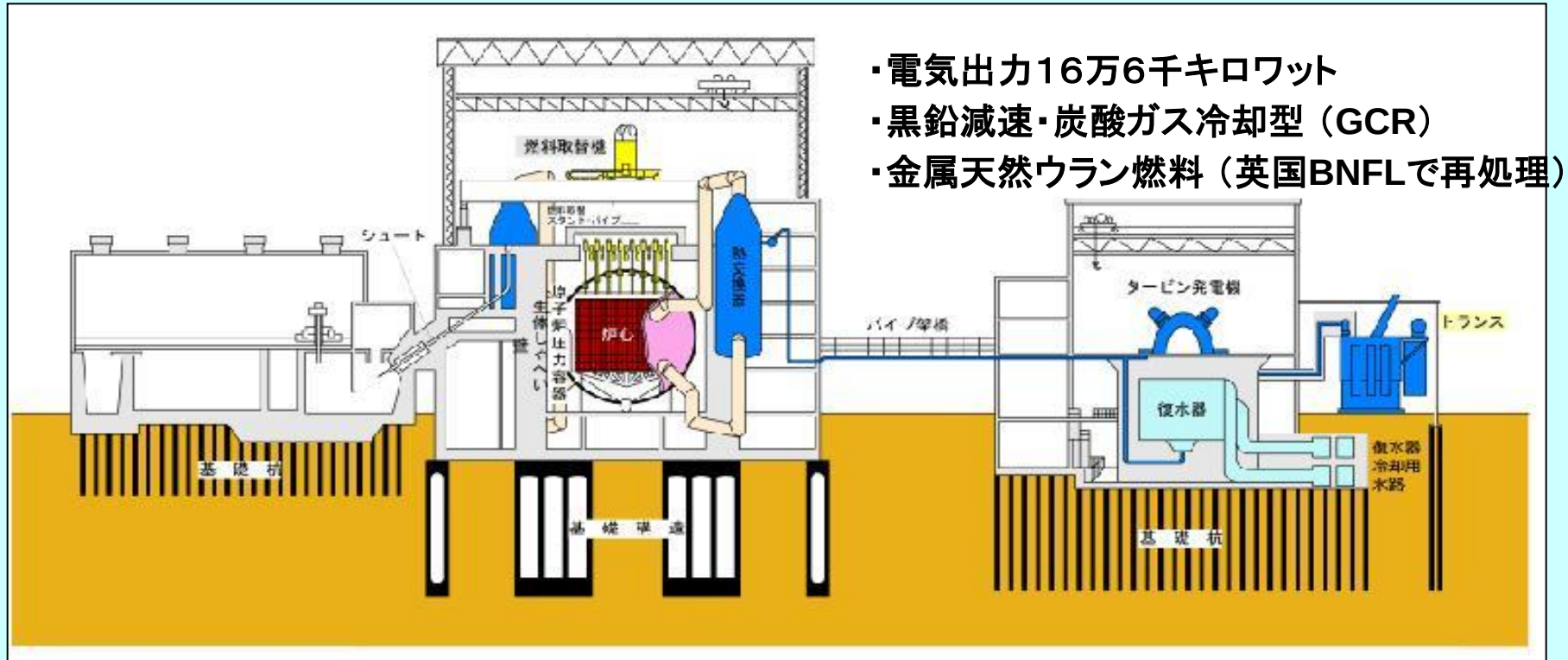
(運転の期間等)

- 第四十三条の三の三十二 発電用原子炉設置者がその設置した発電用原子炉を運転することができる期間は、当該発電用原子炉の設置の工事について最初に第四十三条の三の十一第一項の検査に合格した日から起算して**四十年**とする。
- 前項の期間は、その満了に際し、原子力規制委員会の認可を受けて、**一回に限り**延長することができる。
 - 前項の規定により延長する期間は、**二十年を超えない期間**であつて政令で定める 期間を超えることができない。
 - 第二項の認可を受けようとする発電用原子炉設置者は、原子力規制委員会規則で定めるところにより、原子力規制委員会に**認可の申請**をしなければならない。
 - 原子力規制委員会は、前項の認可の申請に係る発電用原子炉が、長期間の運転に伴い生ずる原子炉その他の設備の劣化の状況を踏まえ、その第二項の規定により 延長しようとする期間において安全性を確保するための基準として原子力規制委員会規則で定める**基準に適合していると認めるときに限り**、同項の認可をすることができる。

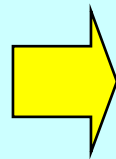
廃止措置の手続きと活動の流れ概略(日本)



日本原電東海発電所廃止措置の進展



- ・昭和41年 7月25日 営業運転開始
- ・平成10年 3月31日 営業運転停止（約32年間運転）
- ・平成13年10月 4日 原子炉等規制法に基づく「原子炉解体届」を経済産業省に提出
- ・平成13年12月 4日 廃止措置に着手
- ・平成18年 3月31日 第1期工事（5年間）終了
- ・平成18年 6月30日 廃止措置計画の認可（3月10日申請）
- ・平成18年 8月17日 熱交換器撤去等工事着手
- ・平成18年 9月 8日 「クリアランス制度」対象物に係る放射能濃度の測定及び評価方法の認可（6月2日申請）
- ・平成22年 7月30日 廃止措置計画の軽微変更届（工期3年延長）
- ・平成25年12月19日 廃止措置計画の軽微変更届（工期5年延長）



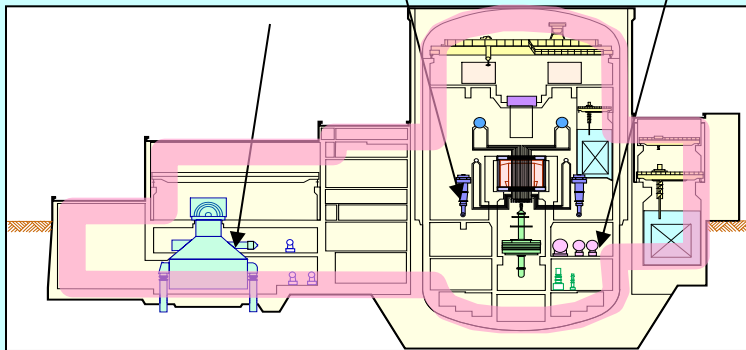
作業状況



使用済燃料冷却池内機器撤去(日本原電東海発電所)

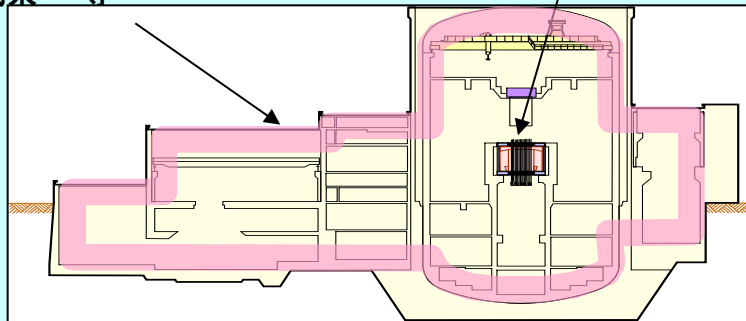
ATRふげんの解体手順のイメージ

再循環系配管等のサンプル採取
復水器、タービンの一部解体
重水搬出、残留重水回収、
トリチウム除去



① 使用済燃料搬出期間

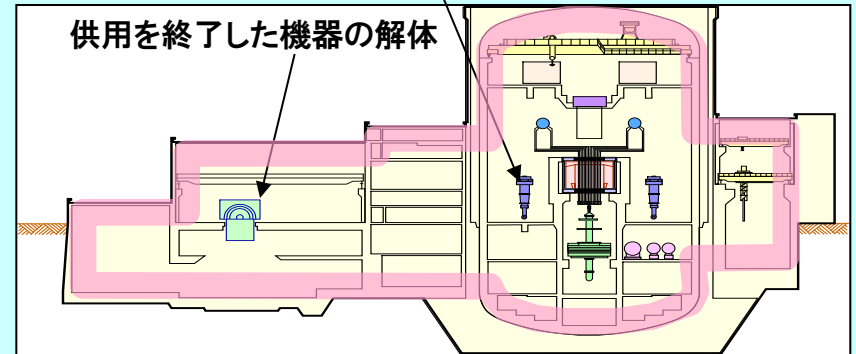
原子炉本体領域の解体後に解体
・廃棄物処理設備
・換気系 等



③ 原子炉本体解体撤去期間

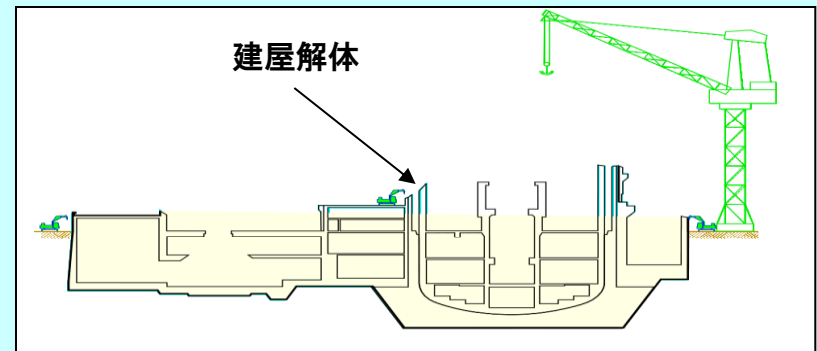
■ : 管理区域の機能維持

原子炉の周辺機器解体
供用を終了した機器の解体



② 原子炉周辺設備解体撤去期間

建屋解体

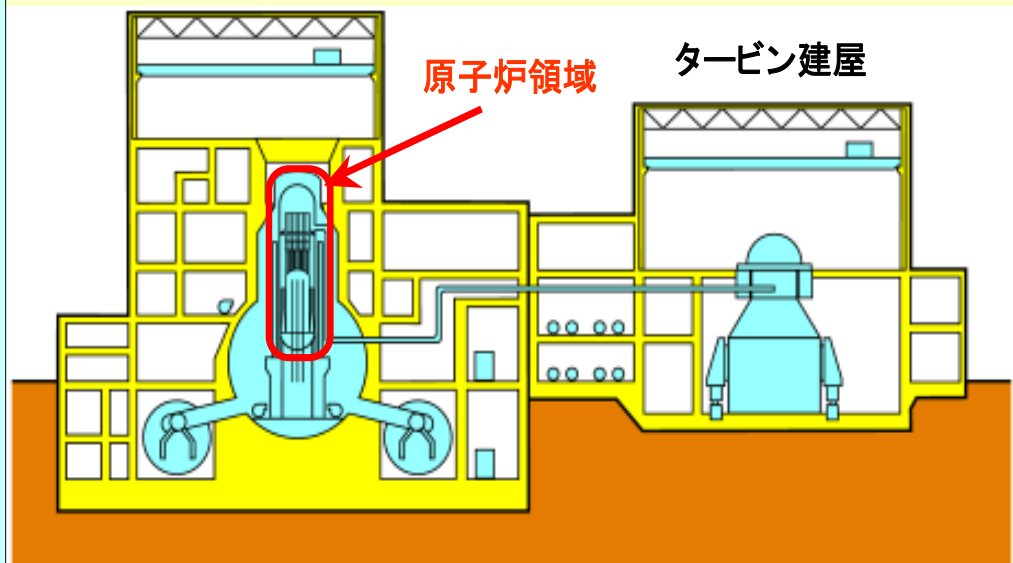


④ 建屋解体撤去期間

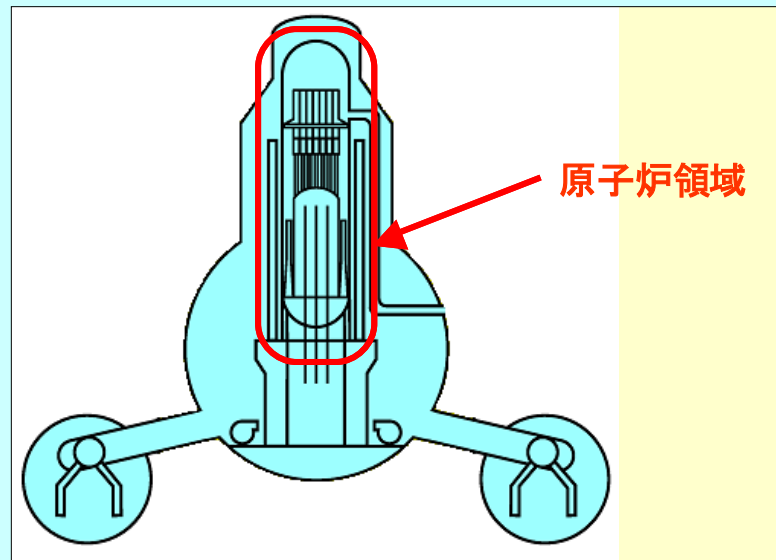
原子炉建屋

原子炉領域

タービン建屋



原子炉領域周辺設備範囲



■ 系統除染範囲

原子炉格納容器

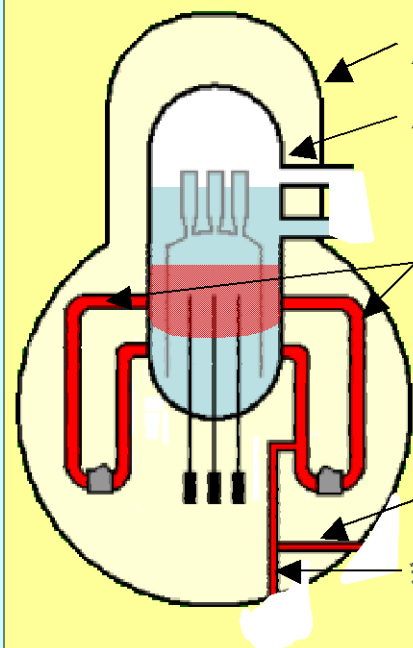
原子炉压力容器

系統除染対象系統

再循環系

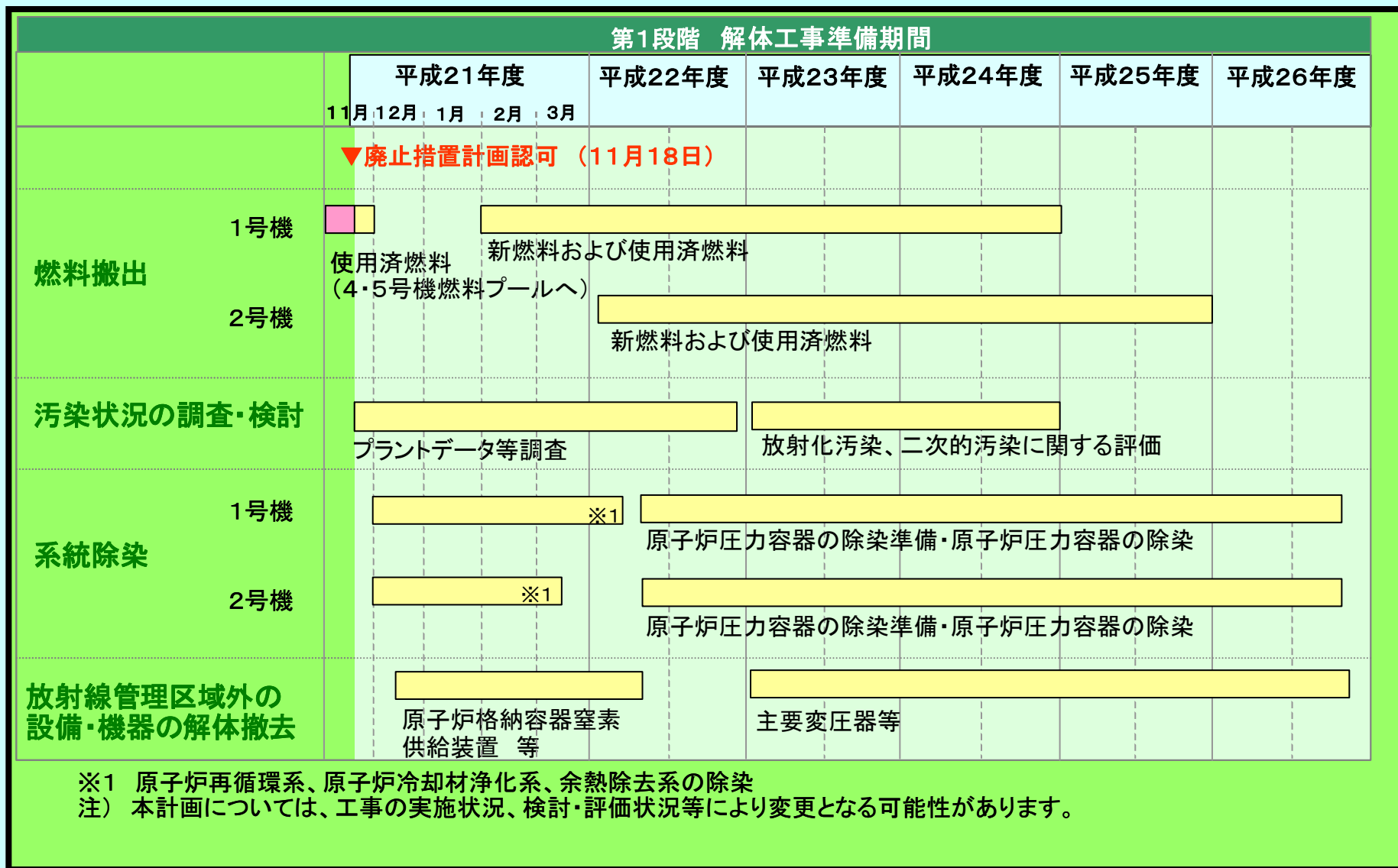
原子炉冷却材浄化系

余熱除去系



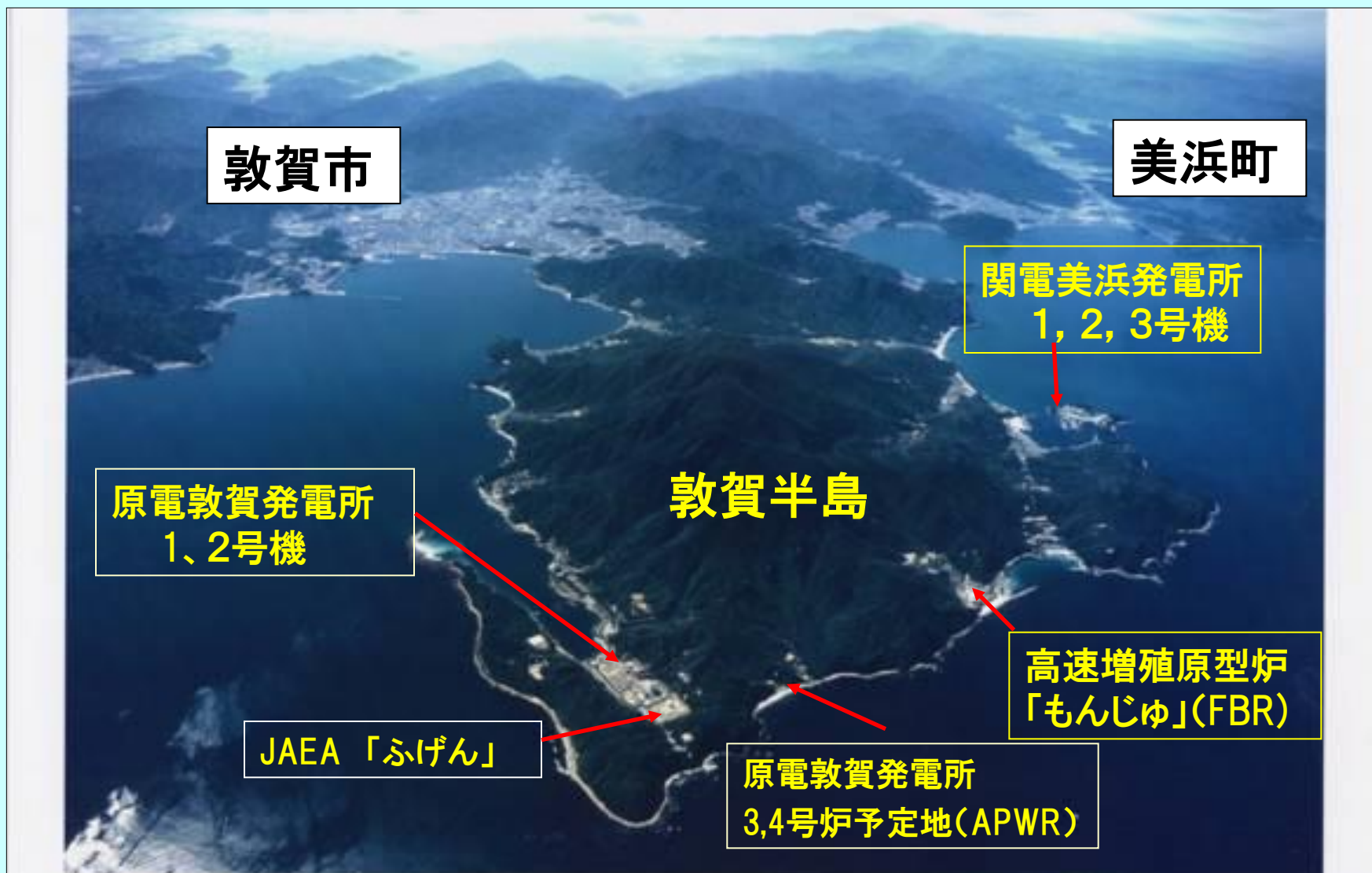
原子炉領域範囲

中部電力浜岡1, 2号機の廃止措置
デコミッ ショニング技報41号より)



中部電力浜岡発電所1, 2号機の廃止措置
 第1段階 解体工事準備期間の活動内容（デコミ技報43号より）

福井県敦賀半島の原子力発電所

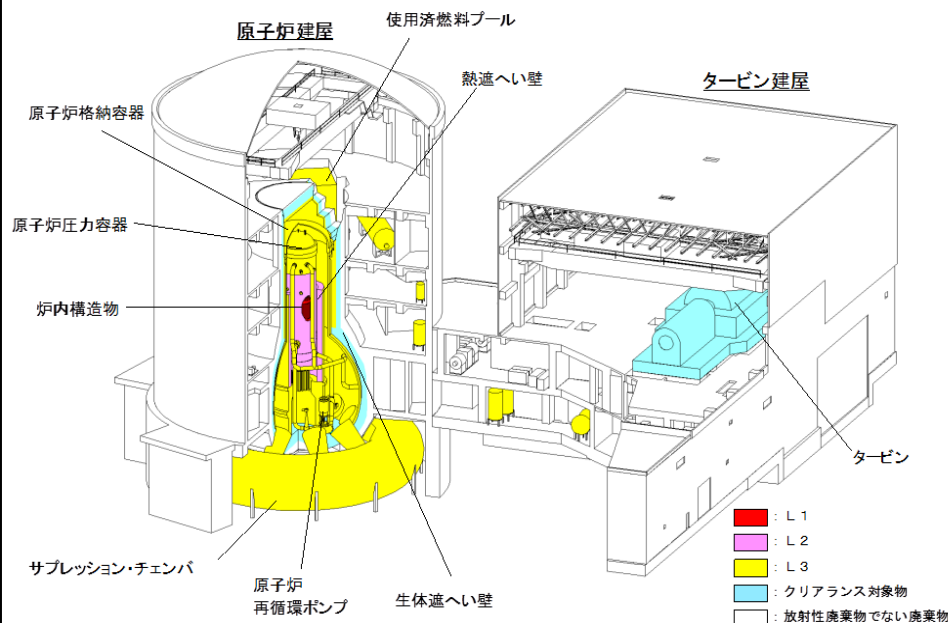


原電敦賀発電所1号機の廃止措置

昭和45年3月14日 営業運転開始 ～平成27年3月17日 運転停止
平成27年4月27日 電気事業法廃止届

汚染分布評価結果を基に，廃止措置計画認可申請書を策定中

<汚染分布評価結果>



敦賀発電所1号機の放射能レベル区分例

解体工事計画

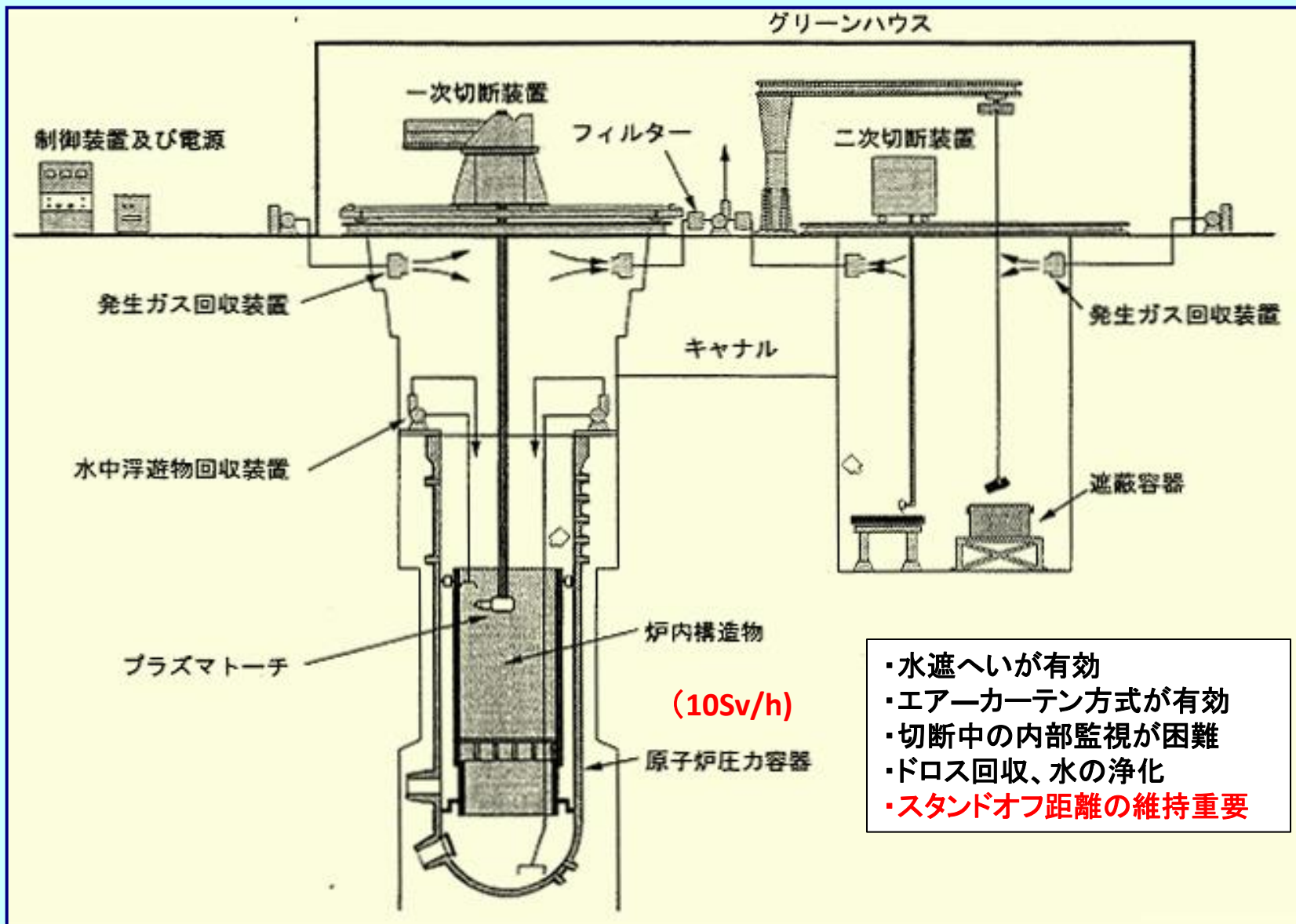
廃棄物処理処分計画

クリアランス計画

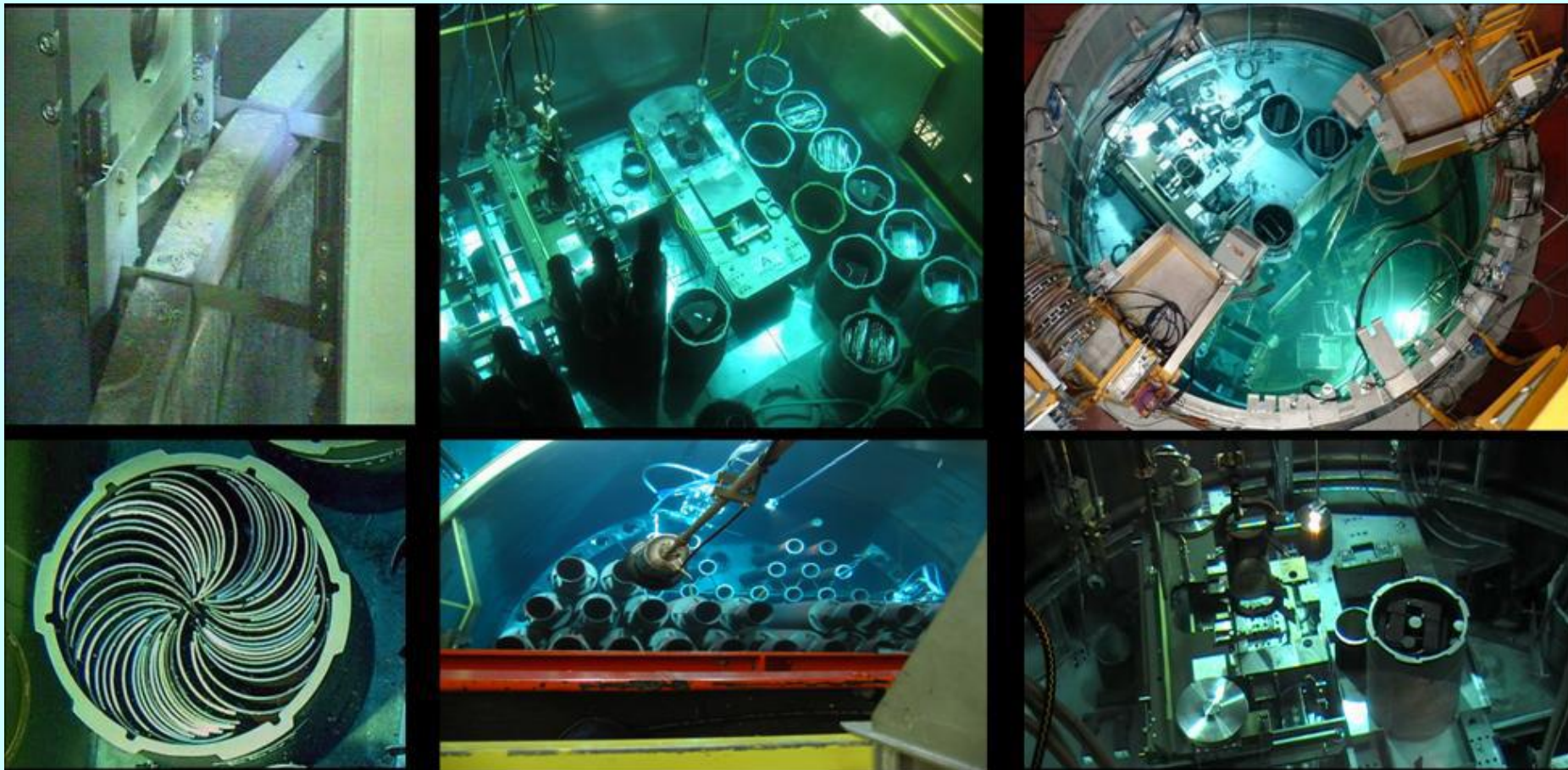
安全評価

廃止措置費用

許認可書類作成



JPDR : マスト型遠隔装置によるプラズマアーク切断システム



ドイツ ヴェルガッセン発電所 (KWW:BWR)
炉内構造物の水中解体の状況 (WM2014から)

切断工具



Plasma cutter



Gas cutter



High-speed cutter



Electric saw



Hand saw



Chip saw



Breaker



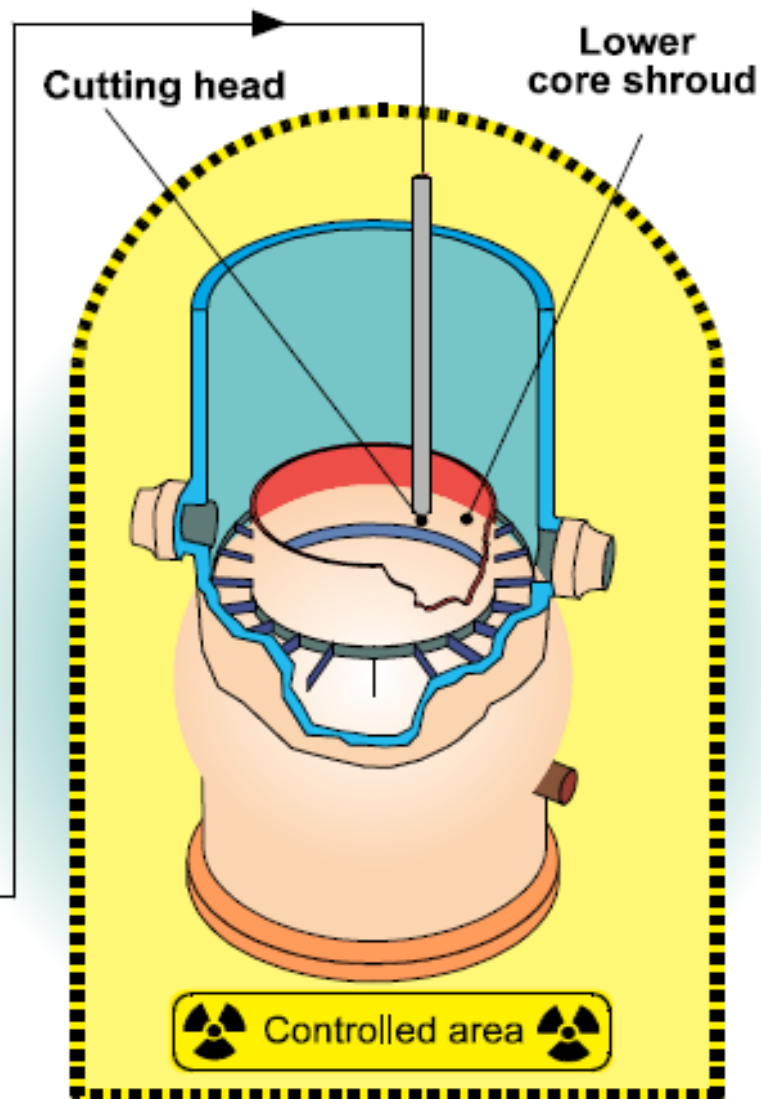
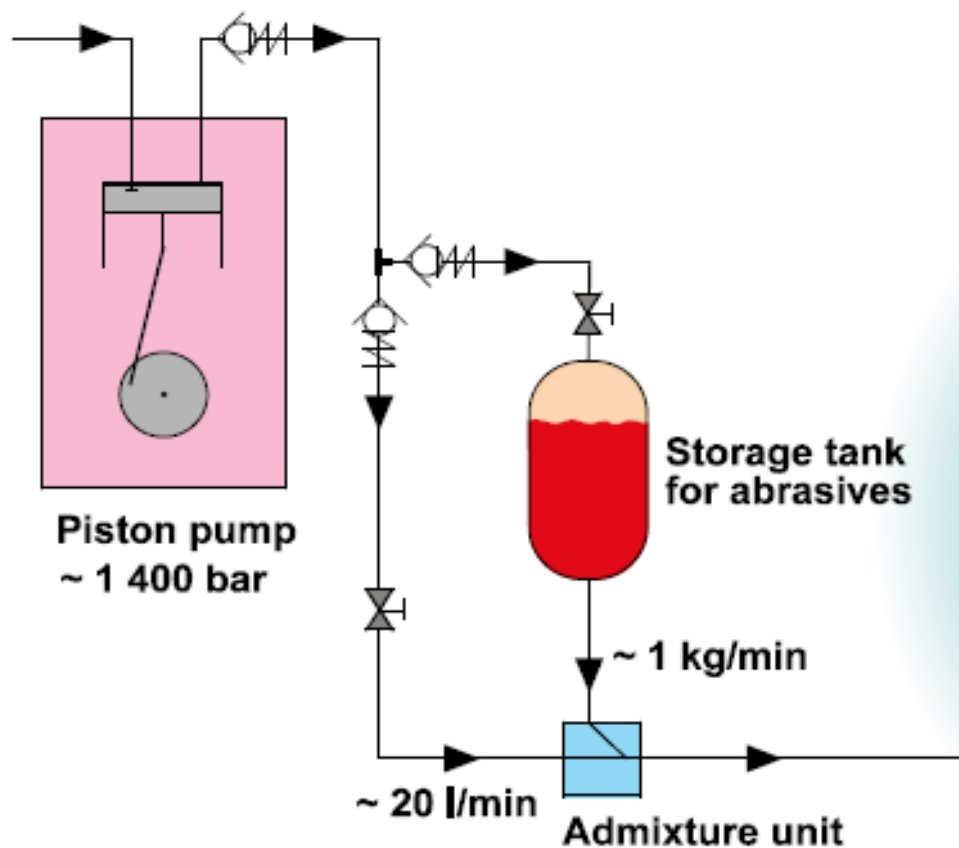
Electric drill



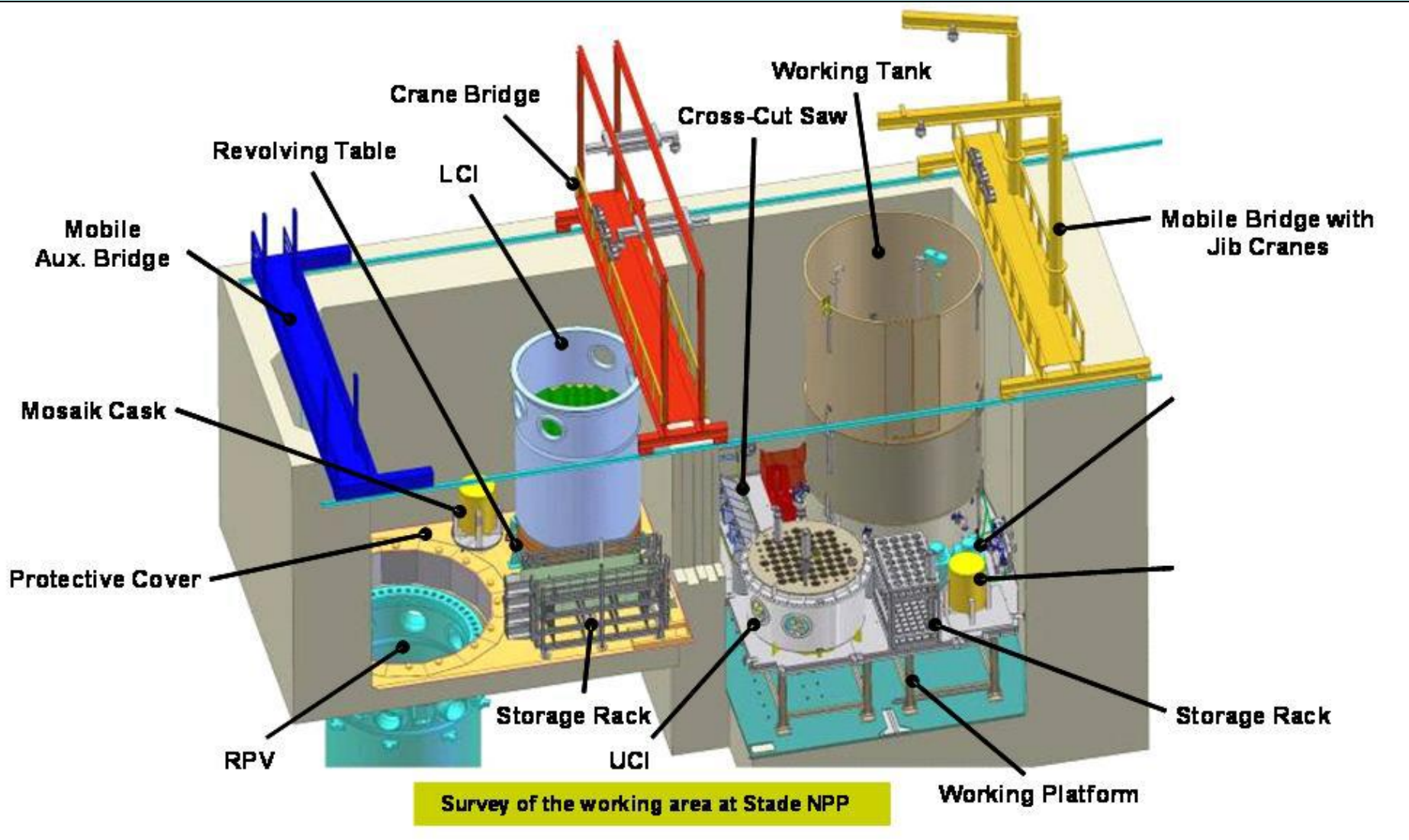
Grinder



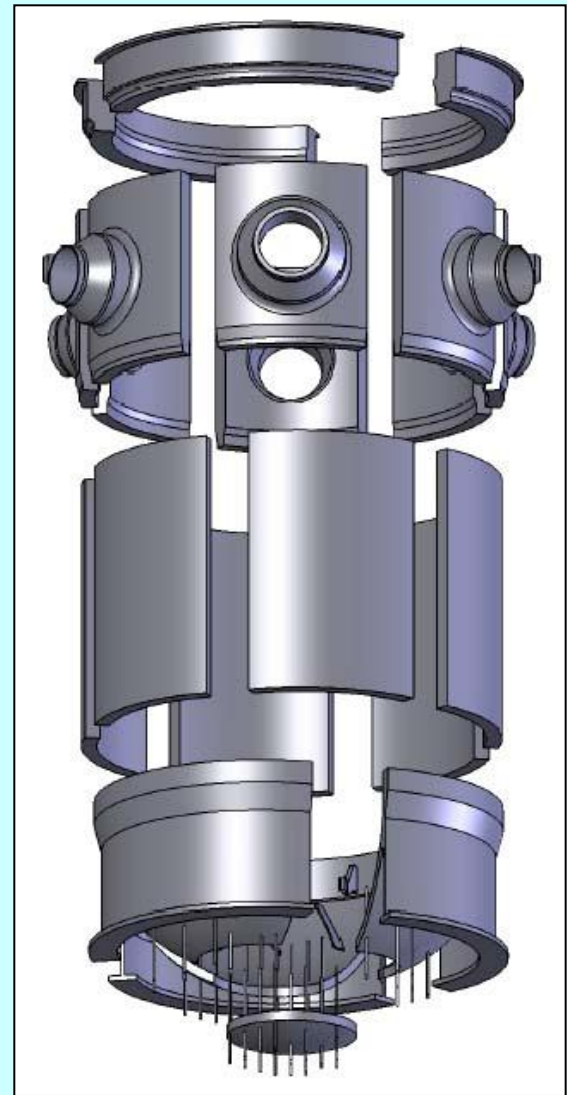
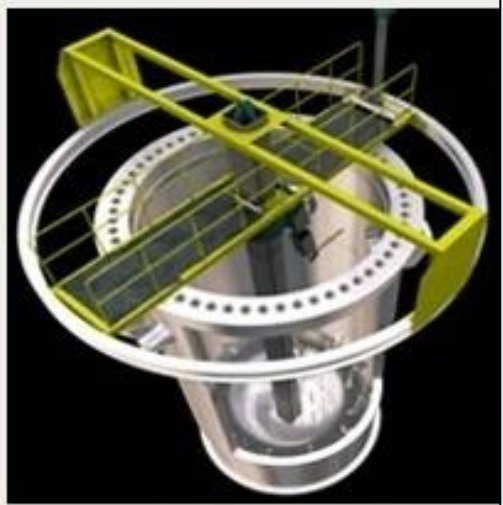
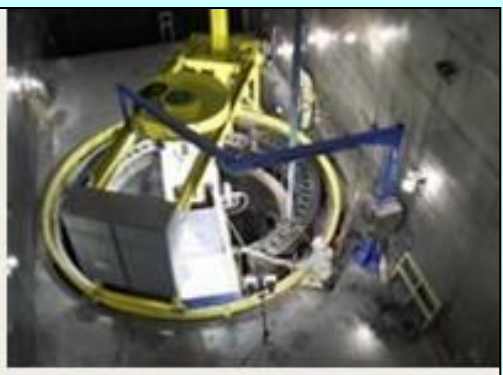
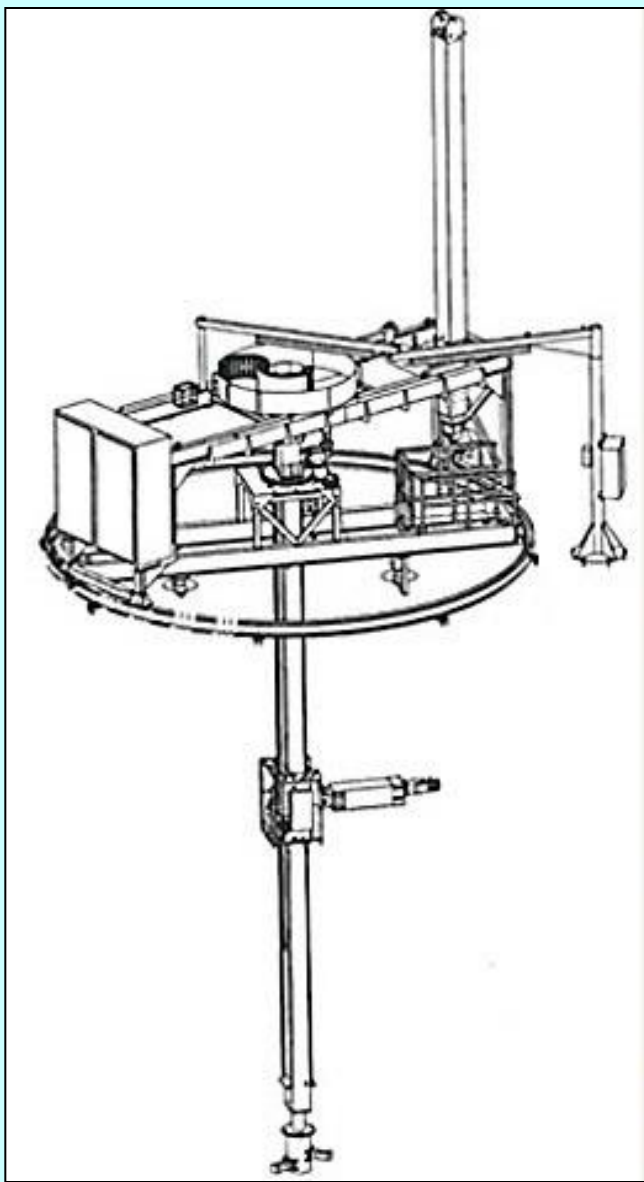
出典: WM99



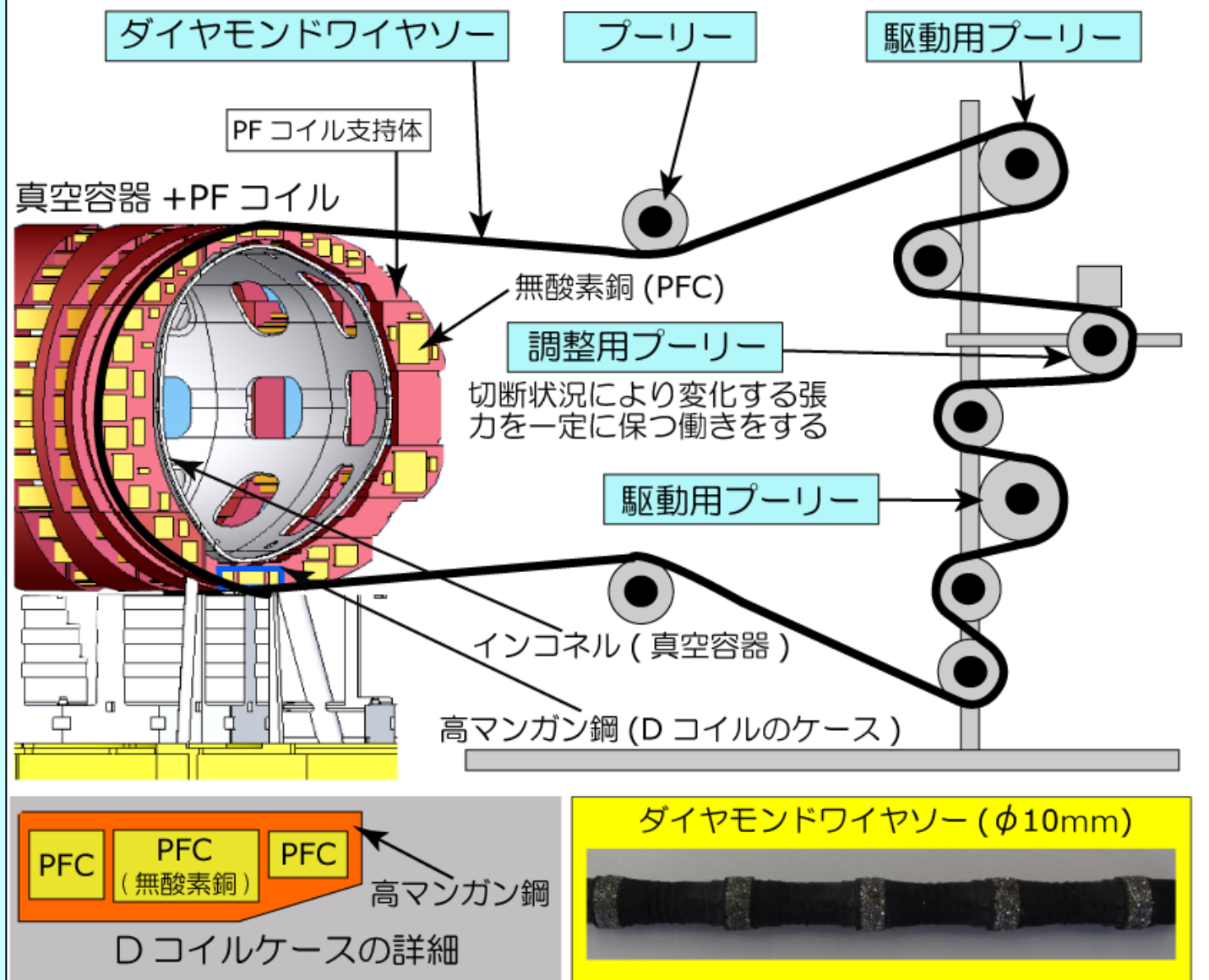
浮遊研磨材入の高圧水ジェット切断法(AWSJ)の
シュラウド解体への適用概念図(ドイツ VAK発電所)



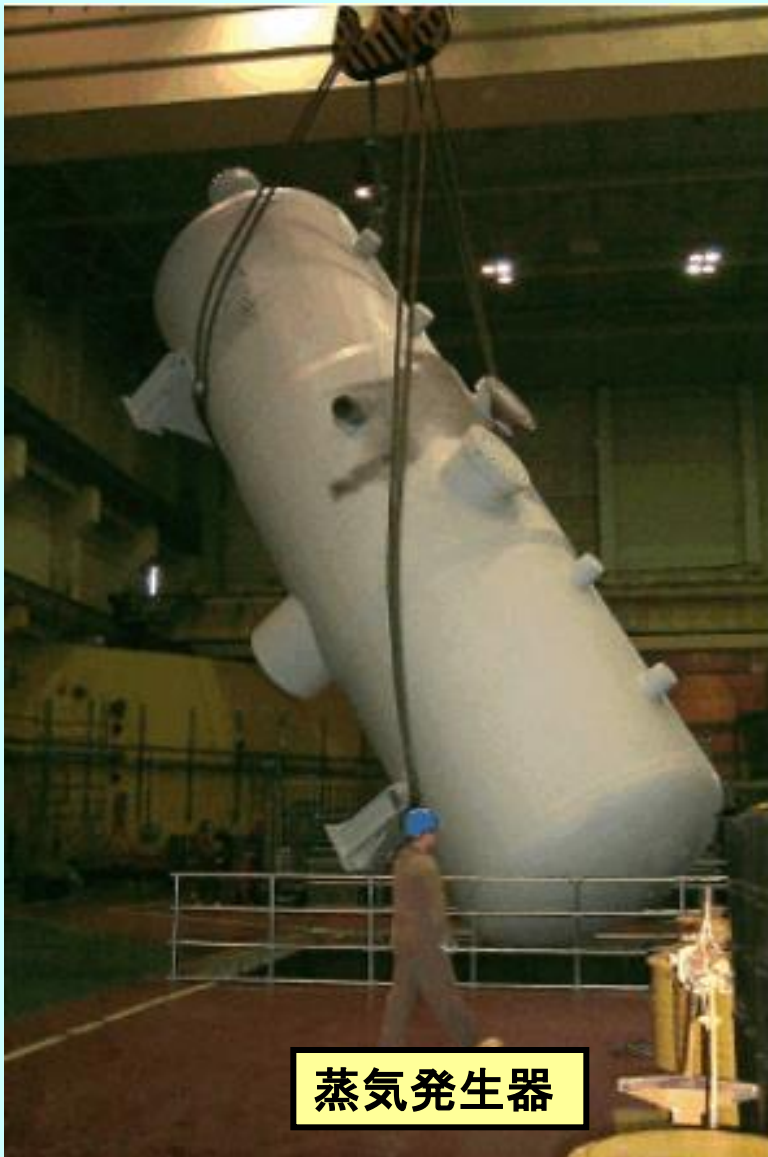
ドイツ シュターデ発電所 (KKS:PWR)
 炉内構造物の水中解体の状況 (WM2014から)



米国 ランチョセコ原子力発電所原子炉容器の切断工法
(S.A. Technology 社ホームページより)



JAEA 臨界プラズマ試験装置JT-60
真空容器のダイヤモンドワイヤソーによる切断



蒸気発生器



原子炉容器

蒸気発生器及び原子炉压力容器(KGR1号機)



メインヤンキー炉 原子炉圧力容器の
バーンウエル低レベル廃棄物処分場での定置

解体技術 — 金属構造物の切断 —

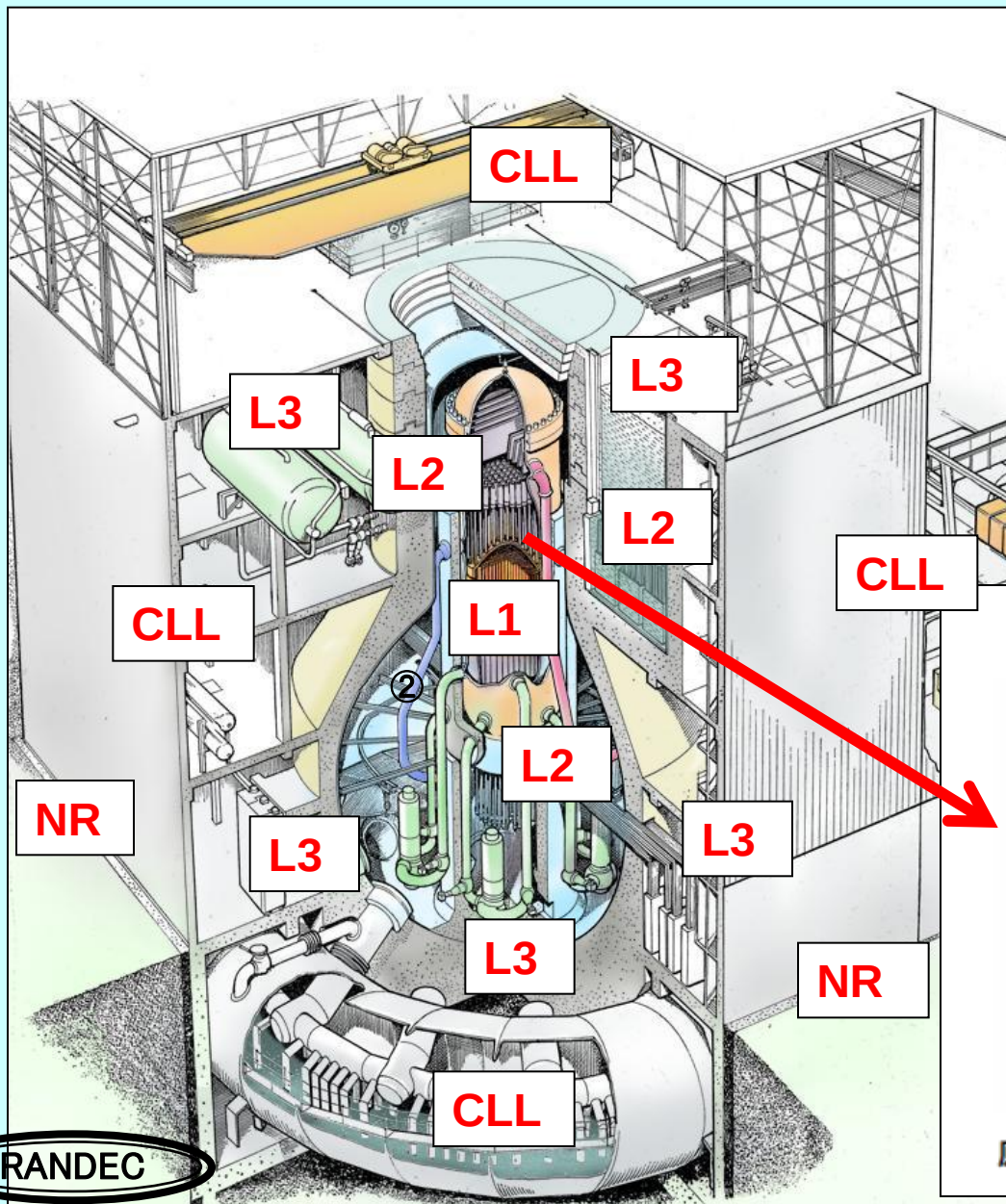
分類	技術名称	技術概要	実績(例)
機械的 切断法 (水中での 使用可)	ニブラ、ハックソー、 レシプロソー	鋸歯の往復運動により切断	世界的に使用
	バンドソー	帯状の鋸歯の回転による切断	世界的に使用
	ダイヤモンドワイヤソー	ダイヤモンドビーズを用いた鋼ワイヤ を対象物に押付又は引寄せて回転	米国
	グラインダー(砥石)	円盤状砥石の回転により切断	世界的に使用
	ディスクカッター(シェアー)	円盤状歯を配管等に押付けせん断	日本、イギリス
	研磨材水ジェット切断	水ジェット(研磨材入)を吹付け切断	ドイツ、日本
熱的 切断法 (水中での 使用可)	プラズマアーク切断	Arガス等のプラズマガス熱で切断	日本
	レーザ切断	レーザ光熱により切断	R&D
	酸素・ガソリントーチ切断	燃焼熱で金属を切断	米国他
	放電加工(EDM)	放電のアーク熱で炉内構造物を切断	世界的に使用
	アークソー	回転円盤電極と金属間の アーク熱で切断	日本
	CAMC(接触アーク金属)切断	C電極と金属間のアーク熱で切断	ドイツ
爆破切断	成型爆薬切断	爆薬を用いて配管等を切断	日本

解体技術 - コンクリートの切断技術

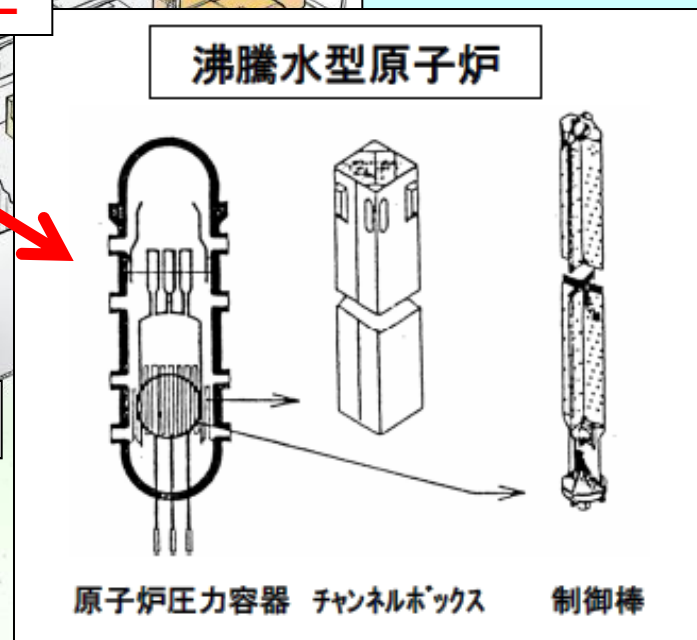
解体分類	方法	技術名称	実績(例)
切断・切削	切 断	ダイヤモンドワイヤソー	米国、ドイツ、日本
		ダイヤモンドカッター	日本
		コアーボーリング	日本
		グラインダー砥石	世界的に使用
		ディスクカッター(ソー)	世界的に使用
	切 削	水ジェット法(WASJ)	日本
		成型爆薬	ドイツ、日本
		スキャブラー	世界的に使用
破 碎	打撃/ 破碎	ブレーカー	世界的に使用
		剛球	建設界では一般的
	衝撃	制御爆破	世界的に使用
	機械圧力 (膨張)	圧碎機	世界的に使用
		(ロック)ジャッキ	建設界では一般的
	加 熱	レーザー	建設界では一般的
火炎切断		建設界では一般的	
電磁誘導/直接通電		建設界では一般的	

日本の放射性廃棄物の区分

放射性廃棄物の区分			発生源	主な廃棄物(含廃棄体)
高レベル放射性廃棄物			再処理施設	ガラス固化体 高レベル放射性廃液
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	L1: 放射能レベルの比較的高い廃棄物	発電用原子炉施設	制御棒、炉内構造物
		L2: 放射能レベルの比較的低い廃棄物		廃液、フィルター、 廃器材、消耗品等を 固形化
		L3: 放射能レベルの極めて低い廃棄物		コンクリート、金属等
	超ウラン核種を含む廃棄物		再処理施設 MOX燃料加工施設	ハル・エンドピース、廃液 廃銀吸着剤、廃器材
	ウラン廃棄物		ウラン燃料加工施設	消耗品、スラッジ、廃器材
	RI・研究所等廃棄物		核燃料使用施設 RI取扱い施設 試験研究炉施設	廃液固化体、雑固体、 金属、コンクリート プラスチック、フィルター
クリアランスレベル以下の 廃棄物			上に示した全ての 発生源	原子力発電所等解体 廃棄物の大部分 ³⁸



L1	炉心構成要素(燃料除く) 炉内構造物
L2	廃液、クラッド、フィルター類 汚染配管等の金属・部材(一部) 遮へいコンクリート(一部)
L3	解体金属・鋼材(CLできない) 解体コンクリート(CLできない)
CLL: 管理区域内外の大部分の金属と コンクリート	



RANDEC

発電所の低レベル放射性廃棄物の発生場所(例、BWR)

原子炉施設の廃止措置に伴う解体撤去物

廃止措置に伴って発生する解体撤去物量 (ton)

放射能区分		埋設処分方法	軽水炉		中部電力浜岡発電所	
			110万kW級		54万kW	84万kW
			BWR	PWR	1号機(BWR)	2号機(BWR)
低レベル放射性廃棄物	L1	余裕深度	80	200	40	50
	L2	コンクリートピット	850	1,720	370	570
	L3	トレンチ	11,810	4,040	9,990	8,860
クリアランス対象廃棄物 CL		再使用又は 産廃処分可能			34,060	43,680
クリアランスレベル以下の 廃棄物/放射性廃棄物でない廃棄物:NR			52.4万 (97.6%)	48.9万 (98.8%)	15.55万	19.82万
合 計			53.7万	49万	45.12万	

L1: 放射能レベルの比較的高い廃棄物

L2: 放射能レベルの比較的低い廃棄物

L3: 放射能レベルの極めて低い廃棄物

クリアランス物: 放射性物質として扱う必要のないもの

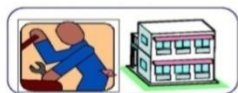
原子力発電投資環境整備小委員会報告書、
中部電力廃止措置計画変更申請(2015年)より作成



○放射性廃棄物の種類や放射能濃度等に応じた埋設の方法により、放射線による障害の防止の措置を必要としない状況になるまでの間、適切に管理する。

放射性物質として取扱う 必要がない物

再利用
再使用



産業廃棄物
処分場



クリアランスレベル以下
のもの
(再利用型)

低レベル放射性廃棄物

高レベル 放射性廃棄物

放射能レベル
の極めて低い
廃棄物

放射能レベル
の比較的低い
廃棄物

放射能レベル
の比較的高い
廃棄物

放射能レベル
の極めて高い
廃棄物

(処分深度)
(めやす)
地表 低

トレンチ
処分

ピット
処分

余裕深度処分

(一般的な地下利用
に対して十分な余
裕を持った深度へ
の処分)

50年間
管理

～300年間
管理

数100年間
管理

第二種廃棄物埋設

第一種廃棄物埋設

TRU廃棄物

ガラス固化体

地層処分

数万年以上管理

放射能濃度
↑ 低
↓ 高

100m

200m

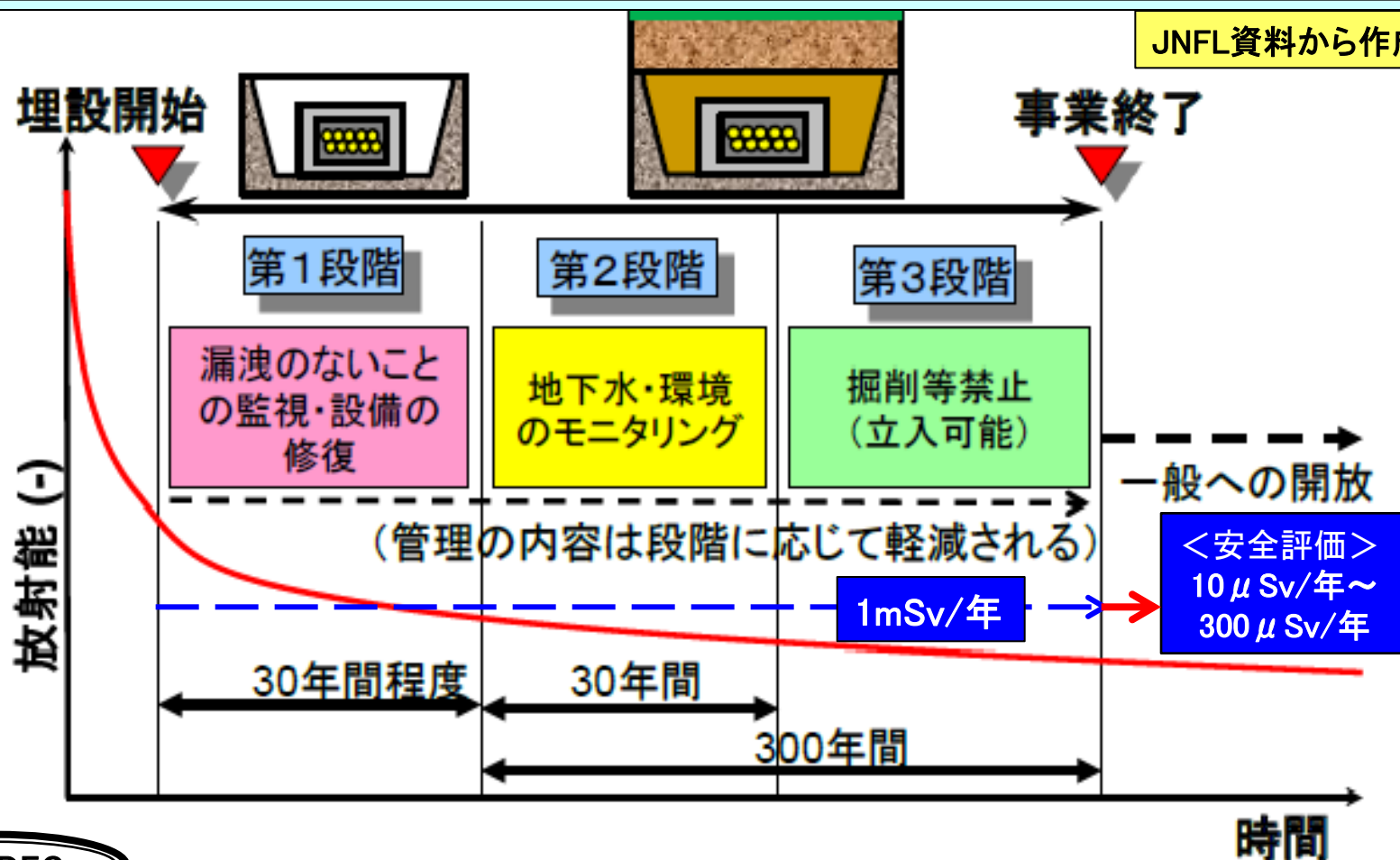
300m

日本の放射性廃棄物処分の概念

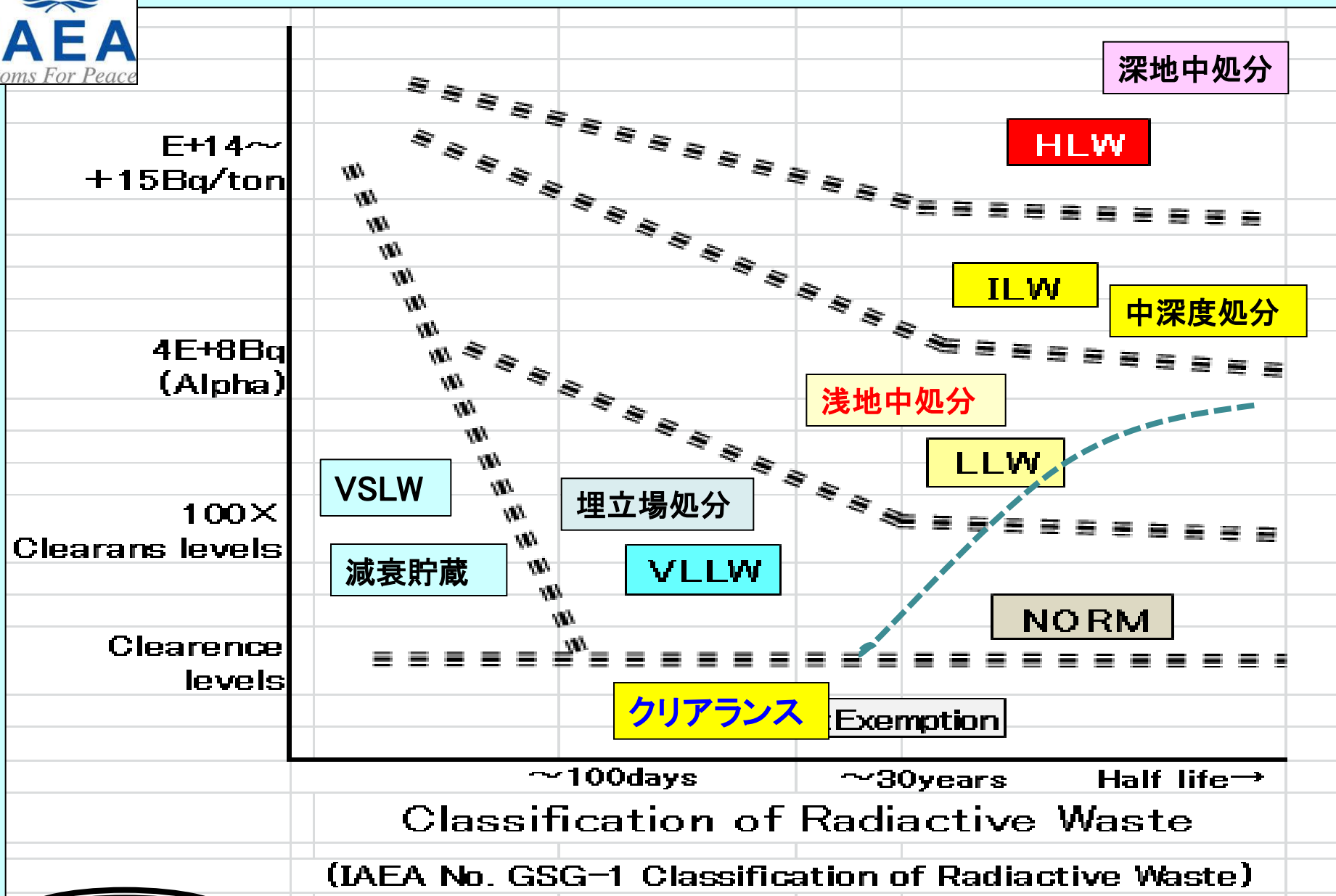
JNFL低レベル放射性廃棄物埋設センター(管理型処分)

減衰の大きい低レベル放射性廃棄物を処分する1号・2号埋設は放射能レベルが安全上支障のないレベル以下になるまでの間、**廃棄物の種類、放射能レベル等に応じて廃棄物埋設地の管理を段階的に行う**ことで、一般公衆への安全性を確保する。管理は、**放射能の減衰等を踏まえ段階的に軽減し、第1段階終了後300年後までには管理期間を終了して敷地を解放**することが可能となる。

JNFL資料から作成

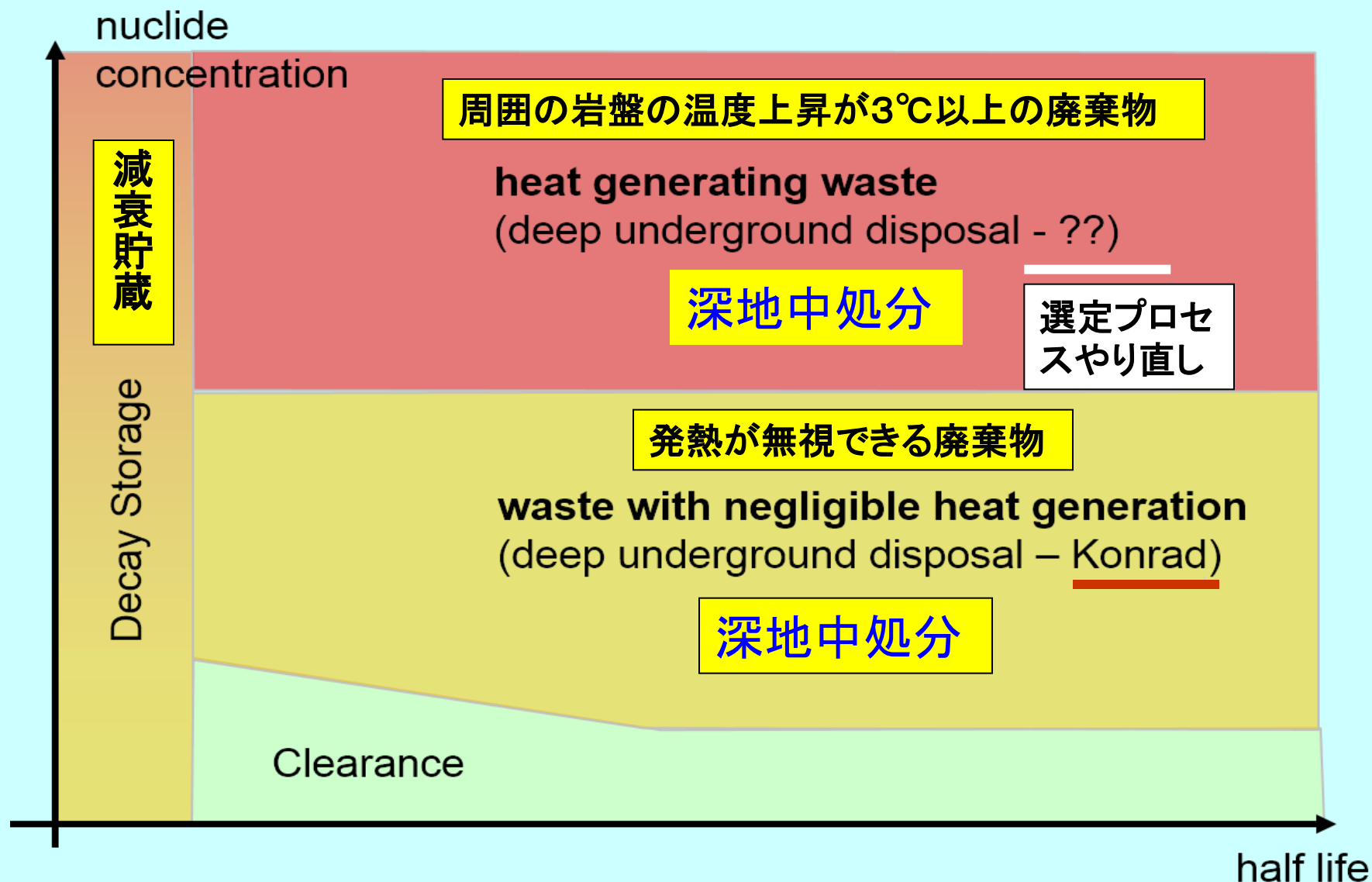


廃棄物の区分体系の適用例 (IAEA 2009年)



IAEAの放射性廃棄物区分の考え方

廃棄物区分	処分 概念	特 徴
高レベル	深地中 (数百m以下)	放射性核種が高濃度で含まれ、数世紀に亘り発熱が続き、 発熱が処分場設計に考慮(2kW/m ³ 程度以上)される。人工 バリアと深地中処分場の完全性で安全担保。
中レベル	中深度 (数10m～数百m)	長寿命核種を含む処分では密閉・隔離を要するが非発熱 性の廃棄物。制度的管理期間に安全基準に達しないアル ファ核種を含む。中深度での天然バリアと人工バリアーで 安全担保。
低レベル	浅地中 30m以下	極低レベル(埋立処分レベル)の放射能レベルから数百年 程度の遮蔽、封じ込め、隔離が必要なもので放射能核種 と濃度が広範囲であり施設設計は一樣でない。深さは地表 から30mまで。取扱いでは、管理施設、輸送、処分場で遮 蔽を考慮しない。中レベルとの区分は2mSv/hとしている。
極低レベル	埋立	原子力施設の廃止措置から大量に発生する。クリアランス レベルや規制管理レベルを僅かに上回る放射能レベルの 廃棄物で、LLWやILWに必要とされるほどの措置は不要な もの。
極短寿命	減衰貯蔵	液体、固体、気体に係らず環境放出、クリアランスを目的に 減衰保管する。対象核種は半減期100日程度。

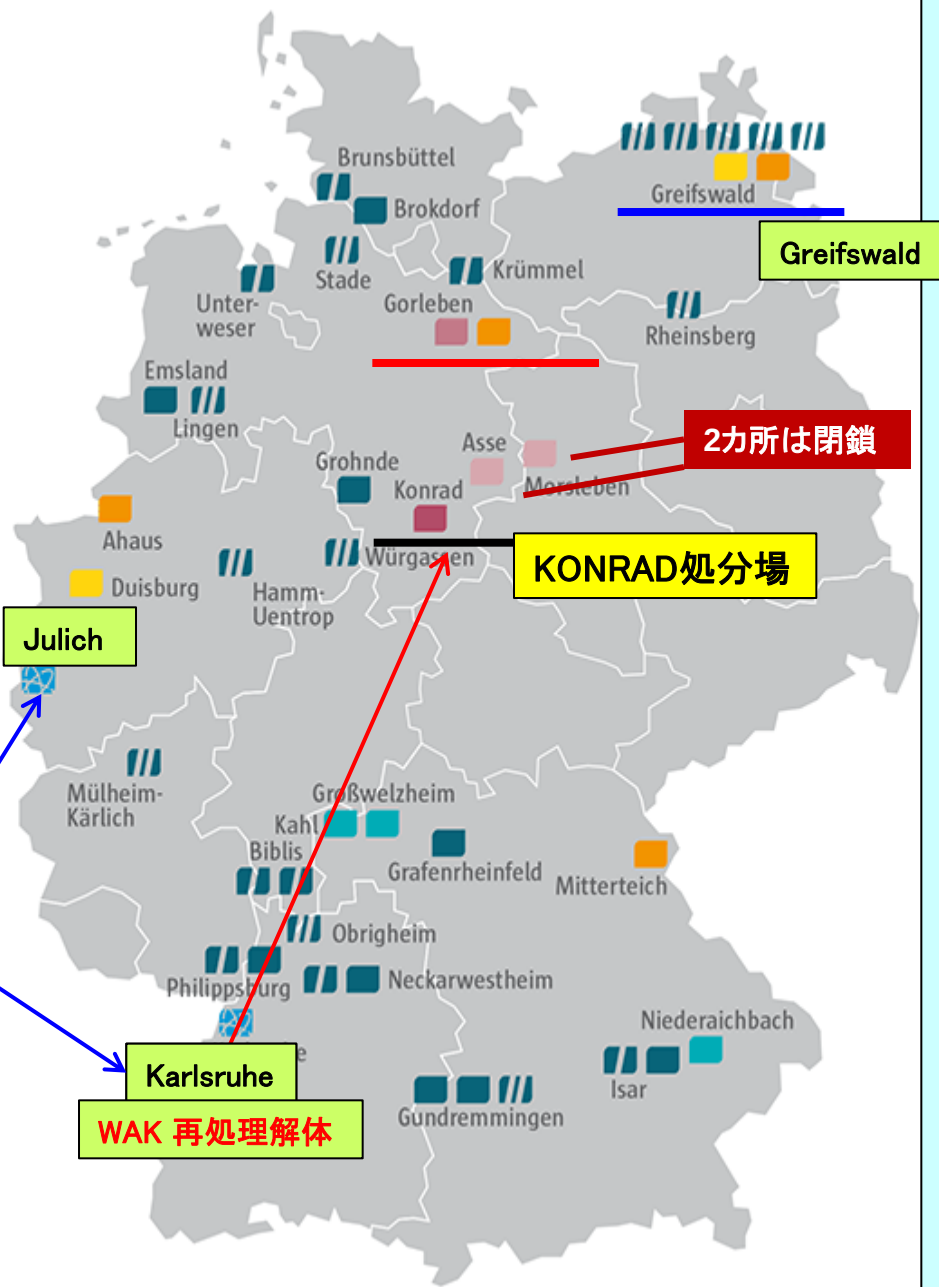
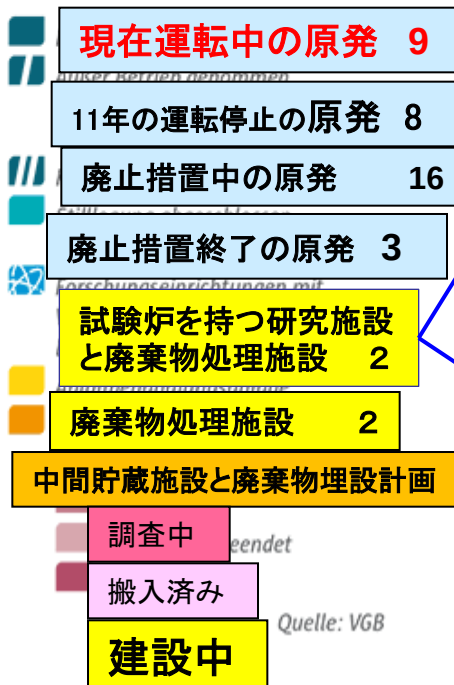


ドイツの放射性廃棄物の区分

出典VGB

(2012年9月現在)

Kernkraftwerke und Entsorgungseinrichtungen in Deutschland
Stand September 2012



10回
/week



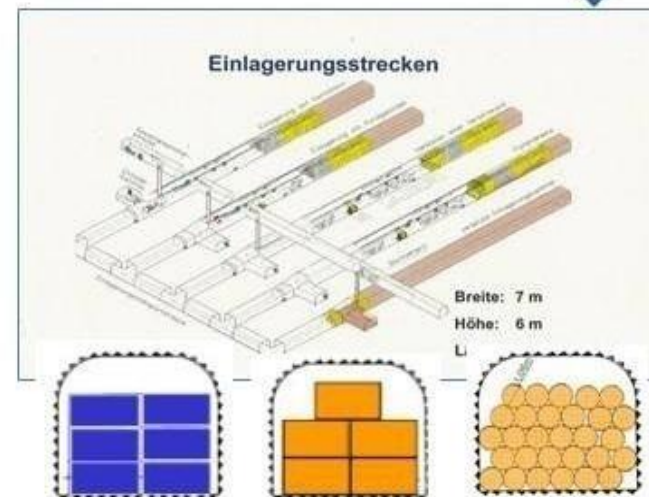
40回
/week



2300回/年

„just-in-time“-
Logistik

Basis: Jährliche
Einlagerungs-
planung mit
dem Ziel des
Abrufs von
Tageschergen



KONRAD 処分場への廃棄体輸送方法と処分方法



「地層処分実施」に関する
2014年7月 白書(イギリス政府)より

Sellafield Site

原子力発電所運転中 : 16基
廃止措置中 : 29基
安全貯蔵方式(C&M)を選択

英国の放射性物質と放射性廃棄物
が貯蔵されている原子力サイト

Dounreay site

高レベル廃棄物

- High Level Waste
- Intermediate Level Waste
- Low Level Waste
- Spent Fuel
- Uranium
- Plutonium

中レベル廃棄物

低レベル廃棄物

ウラン廃棄物



現況(C&M準備、1995～2016)



C&M(安全貯蔵、2017～2081)

解体・サイト解放(2081～2090)



C&Mでの主要実施内容

1. ILW(中レベル)廃棄物貯蔵施設の建設・運転(～2016)
2. ILW固体廃棄物の取出し
3. 湿ったILW廃棄物の回収、安定化処理及び固化体製作及び貯蔵施設での保管
4. 使用済燃料プール除染、解体
5. 移動式廃液処理プラントの設置

ILW(中レベル)廃棄物 中間貯蔵施設



Hunterston A 発電所廃
止措置計画(NDA資料より)

英国ドリッグ低レベル放射性廃棄物処分場

施設概要

- ・施設操業：1959年～（2080年までの受入れ）
- ・サイト面積 100ヘクタール
- ・素掘りトレンチ方式（700m × 25m × 8m）
- ・コンクリートボルト（コンクリート内貼り）
- ・2050年までに約700,000m³埋設処分を計画
- ・所有者：NDA（LLW Repository Ltd が運営）
- ・金属製の箱やドラム缶に詰め、ISO規格容器に収納しコンクリート充填し、ボルト内に定置する。

課題：原子力発電所等の廃止措置の増加しLLW処分量予測が大幅に増加！

政府：「LLW処分政策」政府見解発表（2007年）

対応：DRIGGは英国唯一のLLW処分場として将来的活用を図る ➡ 処分対象物の減量及び処分先の分散（再利用含む）等を義務付け、徹底見直し。（全国のLLWの70%がVLLW！）



英国の放射性廃棄物処分方策

NDA、原環セ等の資料より整理

区分	発生/存在場所	廃棄物形態(例)	方法	整備の現状
高レベル (放射能濃度が最も高く発熱を伴う)	・セラフィールドの再処理施設 ・軍施設	・高レベル再処理廃液(ガラス固化体含む)及び使用済燃料(再処理せず) ・廃液はセラフィールドの貯蔵タンク、ガラス固化体も同様に保管中	地層処分	13年立地計画中止。14年7月政府は計画継続表明
中レベル (処分では発熱を考慮しない) (β - γ 核種12GB q/t、 α 核種で4GB q/t以上)	・セラフィールドの再処理施設、 ・原子炉(発電、研究、軍) ・研究、工業、医療施設 ・原子力施設の除染・解体 (セラフィールドの再処理サイト内保管、及び各発生施設サイトに保管及び中レベル廃棄物中間貯蔵施設を設置・保管)	・ハル、エンドピース等再処理廃棄物、 ・発電所、研究炉、研究施設からの 固体、液体廃棄物(金属、黒鉛、有機・無機物のスラッジ)。 ・固体、液体の解体廃棄物(放射能汚染金属・放射化金属・除染廃液等)	地層処分	(同上) 1. 近未来的に実現性は小さい、と見られる。 ↓ 2. 発生サイト等での対応
低レベル (中レベルの基準濃度以下)	・原子炉(発電、研究、軍) ・研究、工業、医療施設 ・原子力施設の除染・解体 (濃度の低い解体廃棄物が増加したため、極低レベルの分類を策定し、順次貯蔵中)	・固体、液体の運転廃棄物(機器、部品、作業着、梱包材他) ・固体、液体の解体廃棄物(金属・コンクリート・除染廃液等)	浅地中ピット処分	ドリッグ低レベル処分場(ドンレイ処分場)が操業中、増設整備計画
極低レベル (β ・ γ 核種40kB q/0.1m ³ 以下)	原子力施設の解体	主に解体廃棄物 低レベルの下限とクリアランスレベルとの間のレベル	産廃処分場	クリフトンマーシュ等のLandfillが操業中



米国の商用廃棄物処分場(運転中)

処分場	所在と運転者	受入れ廃棄物(例)	施設概要	処分容量、その他
BARNWEL	South C. Energy Solution社	・クラスA, B, C ・200ℓドラム缶、 ・解体廃棄物	素掘りトレンチ	88万m ³ (満杯に近い)、08年以降はCompact用。一部覆土・Cap済
HANFORD	Richland/WC, US Ecology社	・クラスA, B, C. ・By-Product (U、Thの鉱滓) ・NORM、・200ℓドラム缶	素掘りトレンチ	170万m ³ (現在40万m ³)
CLIVE	Utah, Energy Solution社	・クラスA ・by-Product (U、Thの鉱滓)、劣化ウラン ・混合廃棄物、・Norm	透水性粘土を敷設した処分セル、上部は浸食防護層でカバー	457万m ³ (処分済量)
WCS TEXAS	Andrews/Texas, WCS(Waste Control Specialist)社	・クラスA, B, C. ・混合廃棄物、有害物質、 ・照射構造物 (GTCC含) (例、100 mSv/h) ・By-Product、劣化U ・TRU廃棄物 ・RI線源 ・規制免除廃棄物	素掘りトレンチ及び浅地中コンクリートピット、(天然赤粘土層で遮水)	民間用: 53万m ³ 連邦用: 382万m ³ 埋立処分:

By-Product廃棄物施設

大型クラスC廃棄物施設

連邦内廃棄物施設

協定Compact用施設

有害物埋立施設

管理棟

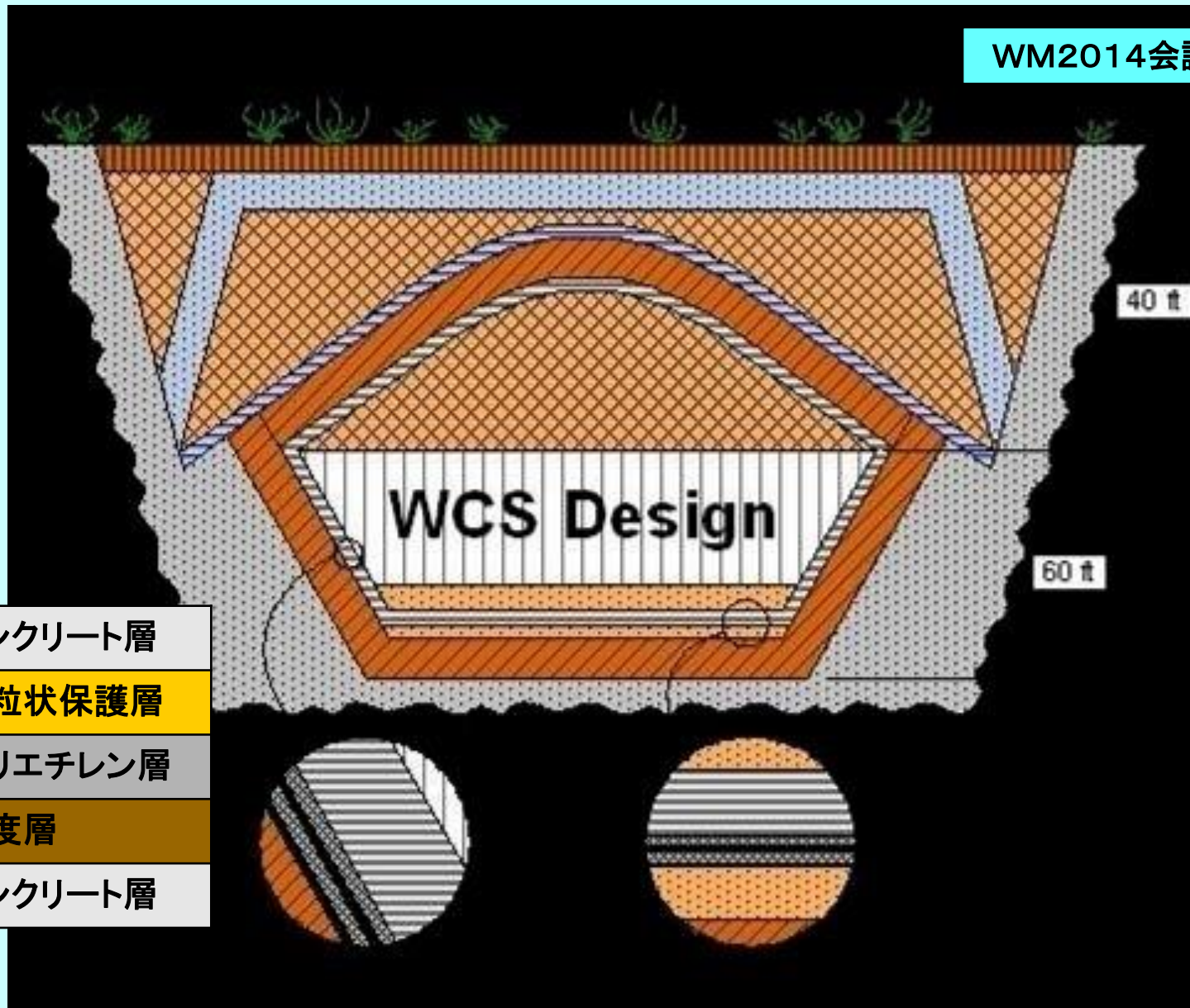
協定Compact用施設



連邦向廃棄物施設



- コンクリート層
- 顆粒状保護層
- ポリエチレン層
- 粘度層
- コンクリート層



TEXAS州 Andrews(WCS) 処分場の断面概念図



大型クラスC専用施設

連邦廃棄物施設内クラスC大型廃棄物



有害物質を含む放射性廃棄物埋立施設

WM2014会議より

TEXAS州 Andrews (WCS) 低レベル廃棄物処分場

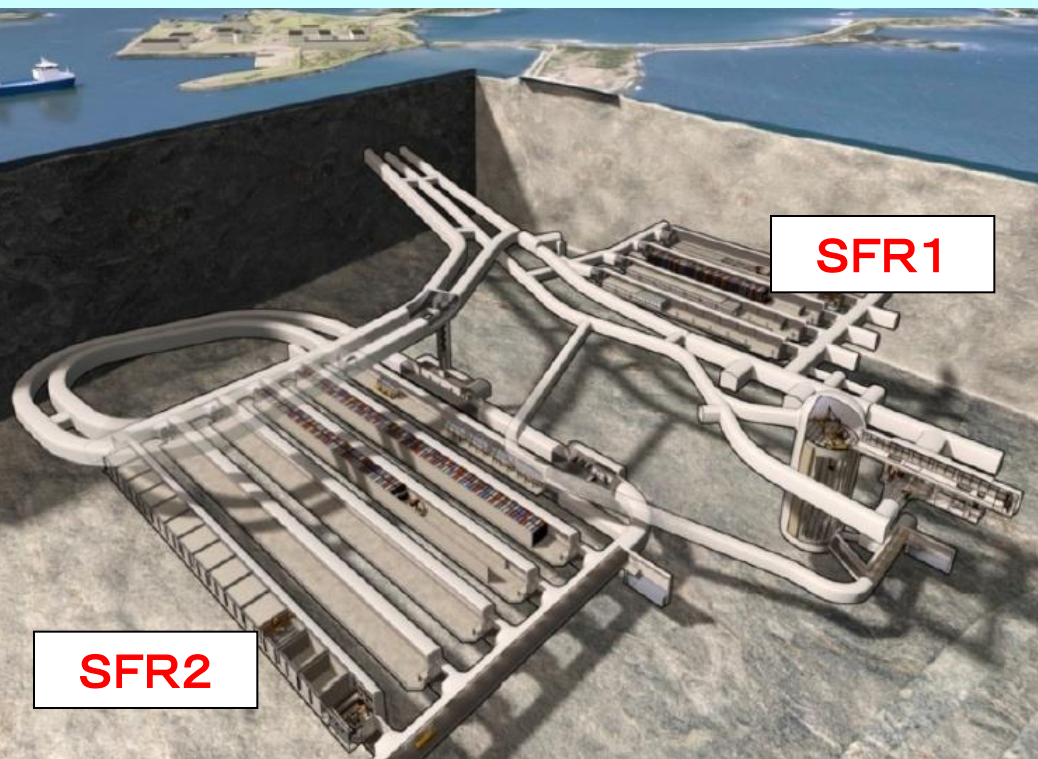


スウェーデンの原子力政策、放射性廃棄物管理方策

原子力利用の推進:

原子力撤退(国民投票:1984年)は2010年に議会で撤廃、現在10基が稼働し3基の発電炉が恒久運転停止。ただし、廃止措置は未着手。リプレイスでの原発新設は可能

廃棄物区分		処分場と処分法	対象廃棄物
長寿命	高レベル	使用済燃料処分場(計画中) (地層処分)	使用済燃料(全般)
	中低レベル	SFL(計画中) (岩盤空洞処分又は地層処分)	・炉内構造物等、 ・CLAB及び遮へい容器封入施設からの解体廃棄物 ・研究施設等からの長寿命廃棄物
短寿命		SFR1(運転中) (岩盤空洞処分)	・原子炉運転廃棄物 ・CLAB及び遮へい容器封入施設からの解体廃棄物 ・研究施設等からの廃棄物
		SFR2(2023年運転開始) (岩盤空洞処分)	・原子炉解体廃棄物 ・Studsvik等研究施設の解体廃棄物
	極低レベル	原子力サイト内地上埋設施設 (総放射能 10TBq、α核種10GBq以下)	・イオン交換樹脂、配管、工具、防護服、プラスチック ・金属スクラップ、コンクリート廃材他



SFR1

SFR1
 運転廃棄物処分用（運転中）

SFR2
 原子炉解体廃棄物処分用
 （申請2014年、2023年運転予定）

SKBホームページより

スウェーデンの廃止措置と LLW処分場

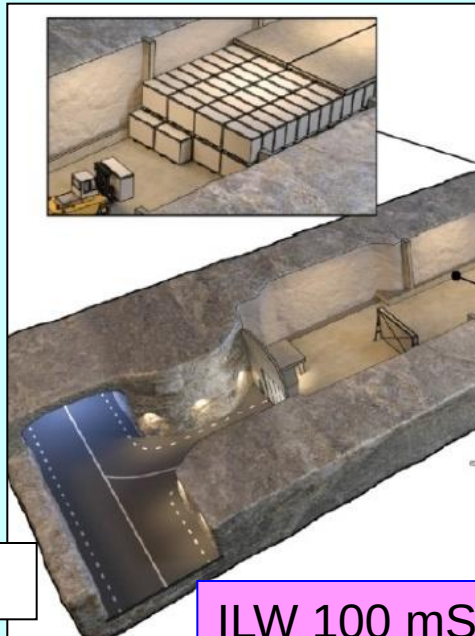
（上）SFR処分場（Forsmark）
 （右）Barsebeck 1 発電所
 恒久運転停止



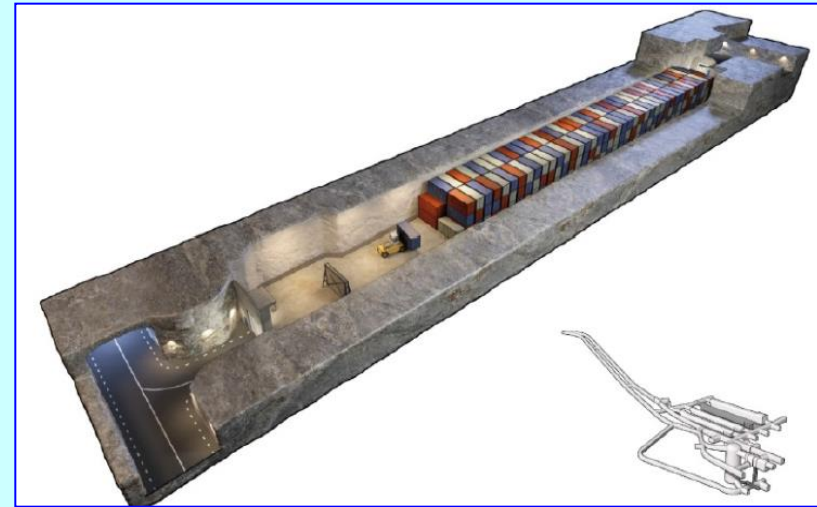


SFR1

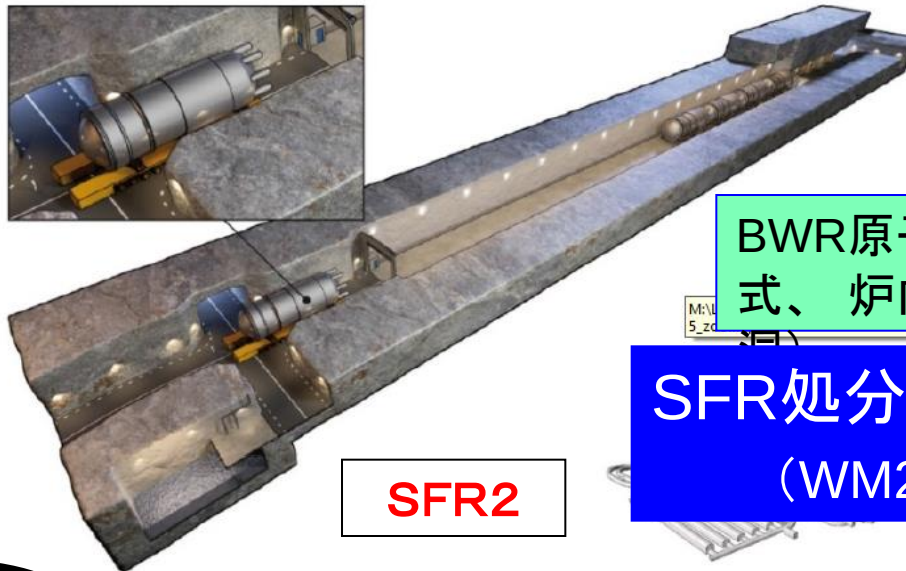
ILW 500mSv/h
以下(サイロ)



ILW 100 mSv/h
以下(岩盤空洞)



LLW 2mSv/h以下
(岩盤空洞)



BWR原子炉容器(一括解体方
式、炉内構造物含まず)(岩盤空

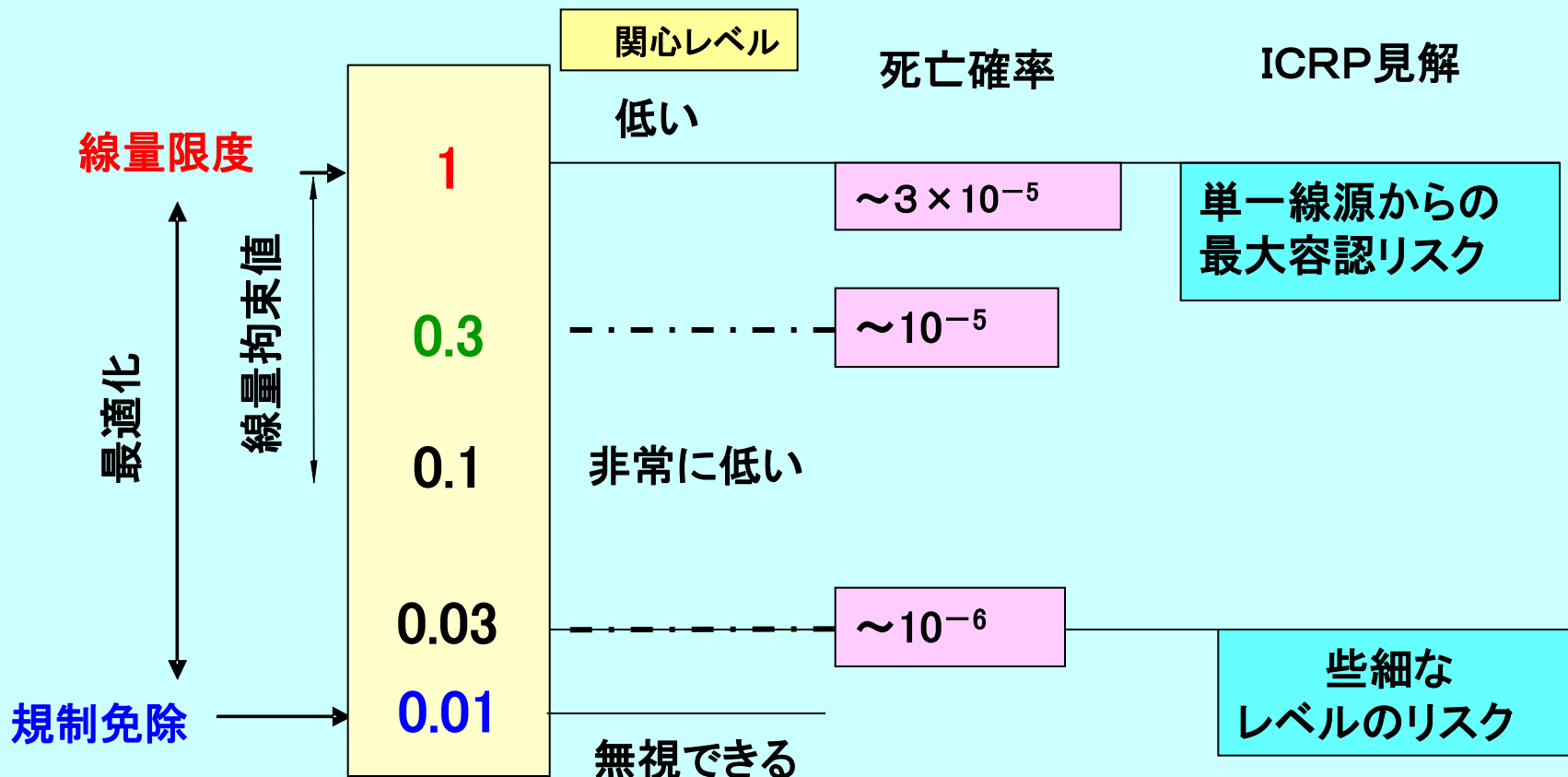
SFR処分場の廃棄物収納区(例)
(WM2014より)

SFR2

線量レベルとリスク容認レベル (ICRP Pub.60、他から作成)

致死ガンリスク : ~ 0.05 (1Sv当たり)

追加年線量(mSv)



クリアランス金属の再利用実績(原電)

2. 鋳造品再利用実績

① 遮へい体20体



J-PARC* (KEK向け) [H19年10月10日、H20年2月29日 納品]



遮へい体
1000×500×200mm
約700kg/体

*大強度陽子加速器施設

② ベンチ20脚、応接テーブル10台、ブロック600個 ⇨ 当社向け [H19年10月10日配備開始]



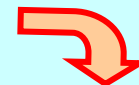
ベンチ



応接テーブル



ブロック
(構内利用)





VAK発電所敷地の土壌調査、測定、試料採取、解放基準確認

過去の廃止措置経験からの教訓と反映(世界の動向)

1. 廃止措置計画・手順の妥当性:

★施設状況調査・計画の不備 → **建設運転段階から廃止措置計画策定義務**

2. 廃止措置資金:

★国の施設は税金?: 「納税者負担からの脱却」 → **民営化(NDA(英国))による経済原理の導入** → 日本のB/E資金調達方策の再検討

★民間施設は「汚染者負担の原則」(準備基金制度不備) → **基金管理の強化(英、米、仏)**(廃止措置コストの見直) → 日本では、550~600億円/機の妥当性?
(浜岡は2機で870億円と提示)

3. 原子力施設解体工法と廃棄物処理処分技術及び規制解除

★過去25年間の経験から**技術的に大きな課題は無い**と判断(IAEA, NEA, EU)

★IAEA, OECD/NEA, 各国の法規制・指針、検査、解放基準等実施体制確立
→ 廃止措置費用・工程の適正化(**600億円(米国実績)、100万kW級で10年**)
(ドイツでは一基10億ユーロとの説)

4. 放射性廃棄物の処理・処分

★主要国は**集中廃棄物処理施設**を有す(英←独、仏、他): 日本にも集中処理施設が不可欠⇒廃棄物処分場の負担軽減 (クリアランスと再使用の促進)。

★処分場新設(米国、韓国)、新設計画の停滞(英、仏、独): **計画の推進を法律・裁判で規定。中間貯蔵設備のサイト内設置傾向(欧州諸国)**

日本は現状では六ヶ所埋設センター、余裕深度処分施設検討中、

諸外国の廃止措置及び低レベル放射性廃棄物 管理経験の我が国への反映

1. 廃棄物発生抑制～再利用化までの「廃棄物文化」の醸成し
環境負荷と処分場への過度な負荷をなくす。
 - ①解体等で発生する廃棄物を早期かつ徹底的に除染、焼却・
溶融等で減容する。(集中処理施設、全国3か所程度)。
 - ②極低レベル廃棄物の産廃処分化、又は条件付再利用化。
2. ピット処分相当廃棄物(短半減期)の安全基準の緩和。
3. 余裕深度処分の浅地中処分の可能性、又は深地中処分と
するか？
 - ➡低レベル廃棄物の分り易い処分(2区分)
低レベルピット処分場、中レベル地層処分場。

廃止措置を計画通りに進めるために

(諸外国の経験に基づく国際機関の勧め)

1. 廃止措置資金の蓄え(基金管理計画)
2. 運転開始時点からの廃止措置計画策定と定期的更新
3. 廃止措置要員確保、解体手順と技術開発
4. 放射性廃棄物管理計画の妥当性
5. 住民参加による計画遂行(安全確保、規制解除後のサイト利用計画、環境保全)

日本との差異はどこ？