

原子力安全性向上人材育成事業

平成25年度成果報告書

平成26年 3月14日

四国電力株式会社
原子力本部 原子力保安研修所

目 次

1. 目的・背景	1
2. 実施概要	1
2-1. 福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修	1
2-2. 放射線管理および廃止措置研修	3
3. 成 果	3
3-1. 福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修	3
3-2. 放射線管理および廃止措置研修	5
4. 取組の評価と今後の展開	6
5. 添付資料	7

平成25年度安全性向上原子力人材育成委託事業 成果報告書

四国電力株式会社

原子力本部 原子力保安研修所 所長；川西徳幸

〈提案事業概要〉

福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、伊方発電所の現場第一線で働く協力会社従業員等を対象にシミュレータによるSBO体験研修、放射線管理および廃止措置研修等を実施する。

1. 目的・背景

四国電力(株)では、伊方原子力発電所(PWR:3基)を保有しており、発電所の計画、建設、運転、保修および放射線管理業務の事業展開を実施している。

平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故(以下「福島第一事故」という。)から2年が過ぎ、依然として伊方発電所1～3号機は停止した状態が継続しており、原子力安全の更なる向上を目指す姿が社会からも強く求められている。このため、伊方発電所の現場第一線で働く協力会社従業員等を対象に、フルスケールシミュレータ設備を活用するなどして福島第一事故(全交流電源喪失事故(以下「SBO」という。))を振り返るとともに、受講者が日頃点検作業を行っている設備のSBO時の役割を確認することにより、安全意識の向上および受講者が発電所で行っている作業の重要性を認識する。

さらに、放射線障害リスクに対する正しい理解が求められていることから、放射線の人体への影響など放射線に関する教育(廃止措置関連含む)を実施するとともに、高放射線量率・暗闇環境下を模擬した作業を体験する。

福島第一発電所1～4号機の廃止措置に向け、今後30年以上に及ぶ取り組みが必要となってくるが、わが国では、これまで試験研究用沸騰水型炉(JPDR)の解体撤去、廃止措置中の日本原子力発電東海発電所(炭酸ガス冷却炉)、運転を終了し解体工事準備期間である中部電力浜岡1,2号機の例はあるものの、実際に商業用軽水炉を解体した経験はなく、廃止措置技術がまだ十分に確立していないことから、原子力施設の廃止措置に携わる基礎知識等の教育を実施する。

本事業では、福島第一事故と日頃点検している機器との関連等を学習することで、伊方発電所の現場第一線で働く協力会社従業員の安全意識の向上に努めるとともに、将来の廃止措置に向けた取り組みの第一歩とする。また、今回の事業をベースとして、最高水準の原子力安全の実現に向けた人材育成に計画的・継続的に取り組むことを目的とする。

2. 実施概要

- ・福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修について、カリキュラムに従い計画通り4回実施した。
- ・放射線管理および廃止措置研修について、カリキュラムに従い計画通り2回実施した。

2-1. 福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修

(原子力保安研修所開催：松山市)

- ・福島第一事故の概要、伊方発電所の対策等について、パワーポイントを活用し、なぜ事故が起きたか、また伊方発電所ではどうなるのか等について理解を深めてもらった。
- ・シミュレータによるSBO体験研修では、全体を理解しやすいように、事前に主要な機械設備、所内外電源系統、安全停止系統等について説明を行ったうえで、実際に中央制御室を真っ暗な状態にし、その時の心理状態や日頃点検をしている設備の重要性などを学習した。
- ・高汚染・暗闇環境下での作業体験では、アノラックに全面マスクを使用し、暗闇環境下でバルブ操作、端子台での配線作業などをしてもらい、作業の困難さについて体験してもらった。
- ・放射線測定器、防護具取扱訓練では、事故時等に使用する計測器を使用し、実際に放射線の測定や汚染部位の特定作業等を行った。また、高汚染作業用防護服の脱着訓練、脱着補助訓練も実施した。

- ・グループ討議では、現在取り組んでいる事故対策やもし伊方発電所でSBOが起きた場合の自分たちの役割等について意見交換を行った。
- ・実施日、参加人数については、以下の通り。

第一回	10月24、25日	8名
第二回	11月5、6日	10名
第三回	11月18、19日	10名
第四回	12月16、17日	10名



福島第一事故の振り返り研修
事故の概要と伊方発電所の対応状況について講義を受けているところ



SBO前の設備研修
シミュレータを使用したSBO体験研修前に関連する設備について説明を受けているところ



シミュレータを使用したSBO体験研修
伊方3号機と同じ中央制御室にて、電源断によるプラントの挙動について説明を受けているところ



高汚染・暗闇環境下の作業体験
アノラックに全面マスクという装備をし、暗闇環境下においてヘッドライトだけで配線作業をしているところ



測定器、防護具取扱訓練
汚染部位を特定する測定作業を実演しているところ



高汚染作業用防護服の脱着訓練
防護服の脱着訓練および脱着補助訓練を実演しているところ

2-2. 放射線管理および廃止措置研修（伊方発電所開催：伊方町）

- 放射線と放射能の違いや放射線の人体への影響および福島第一事故での放射線の影響、汚染水の管理状況等について研修を行った。
- 三菱重工（株）講師による廃止措置研修では、プラントメーカーが持つ技術や国内外の廃止措置状況、廃止措置関連制度等について研修を行った。

- 実施日、参加人数については、以下の通り。

第一回	12月 5日	50名（電力社員3名含む。）
第二回	1月15日	45名（電力社員3名含む。）



放射線管理に関する講義
福島第一事故での放射線の影響、汚染水の管理状況等を受講しているところ



廃止措置に関する講義
廃止措置の概要、関連制度等の説明を受けているところ

3. 成果

- 研修前後のアンケートを取り、研修の評価について行った。
結果については、以下の通りであり、非常に有益な研修であったといえる。
また、継続についても望む意見が多数であり、今後の参考となった。

3-1. 福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修

- 参加者の業務経験年数と担当設備の割合（38人中）（図-1、2参照）

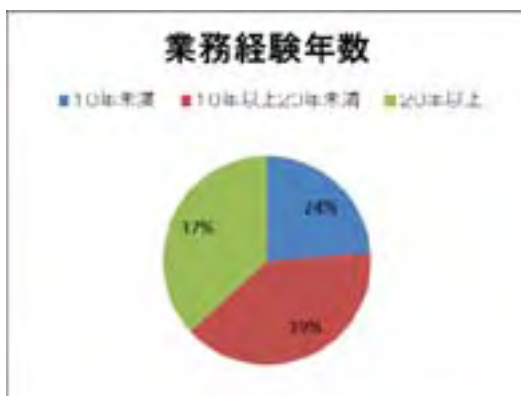


図-1 業務経験年数別参加者の割合



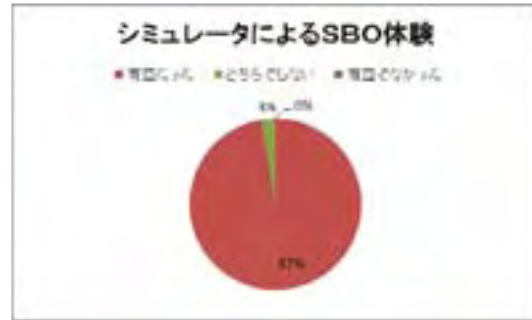
図-2 担当設備別参加者の割合

・研修項目別有益回答の割合（有益と回答した割合）（図－3～7参照）

福島第一事故の振り返り	36 / 38人	= 95%
シミュレータによるSBO体験	37 / 38人	= 97%
高線量・暗闇環境下体験	36 / 38人	= 95%
測定器、防護具取扱訓練	35 / 38人	= 92%
グループ討議	30 / 38人	= 79%



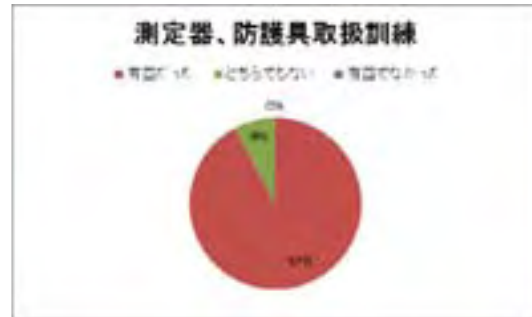
図－3 福島第一事故の振り返り



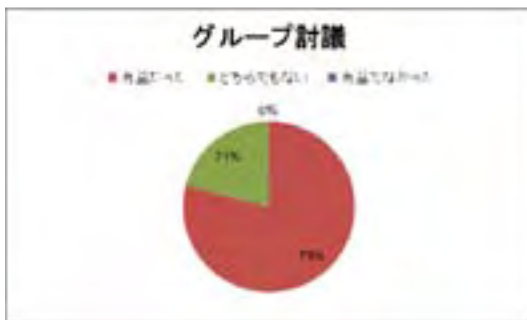
図－4 シミュレータによるSBO体験



図－5 高線量・暗闇環境下体験



図－6 測定器、防護具取扱訓練

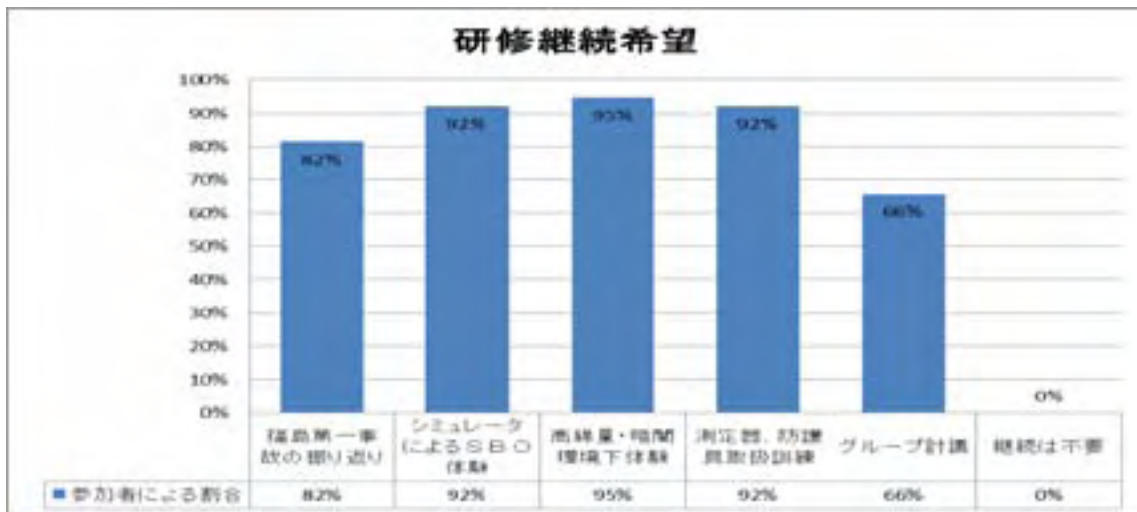


図－7 グループ討議

・継続希望回答の割合（図－8参照）

福島第一事故の振り返り	31 / 38人	= 82%
シミュレータによるSBO体験	35 / 38人	= 92%
高線量・暗闇環境下体験	36 / 38人	= 95%
測定器、防護具取扱訓練	35 / 38人	= 92%
グループ討議	25 / 38人	= 66%

継続は不要との回答は、0人であった。



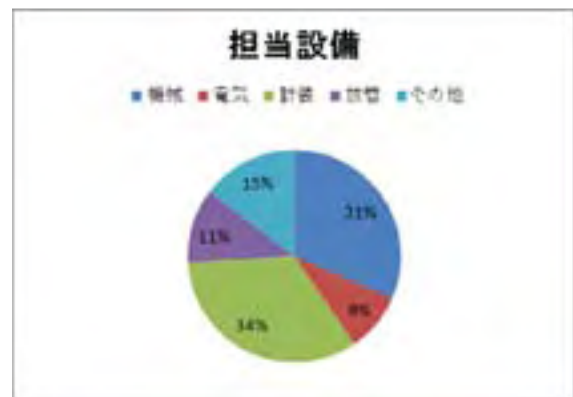
図－8 継続希望回答の割合

3-2. 放射線管理および廃止措置研修

- 参加者の業務経験年数と担当設備の割合（電力社員を除く89人）（図－9、10参照）

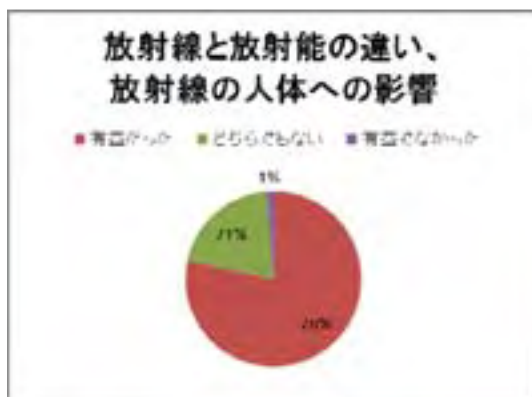


図－9 業務経験年数別参加者の割合

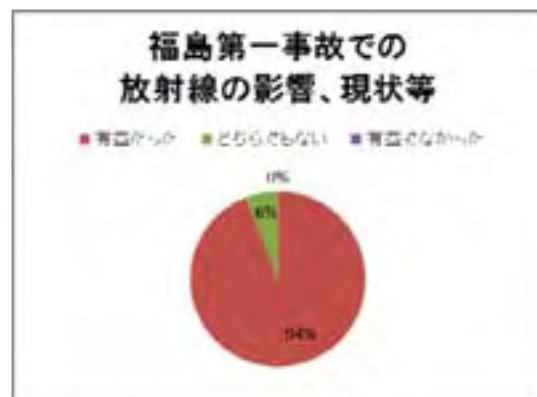


図－10 担当設備別参加者の割合

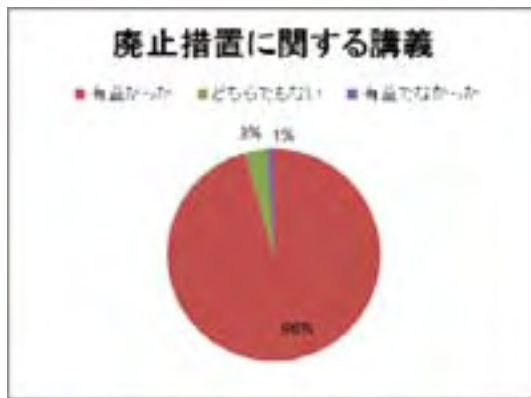
- 研修項目別有益回答の割合（有益と回答した割合（電力社員を除く））（図－11～13参照）
 - 放射線と放射能の違い $65 / 83 \text{人} = 78\%$
 - 福島第一事故での放射線の影響 $78 / 83 \text{人} = 94\%$
 - 廃止措置に関する講義 $85 / 89 \text{人} = 96\%$



図－11 放射線と放射能の違い、放射線の人体への影響



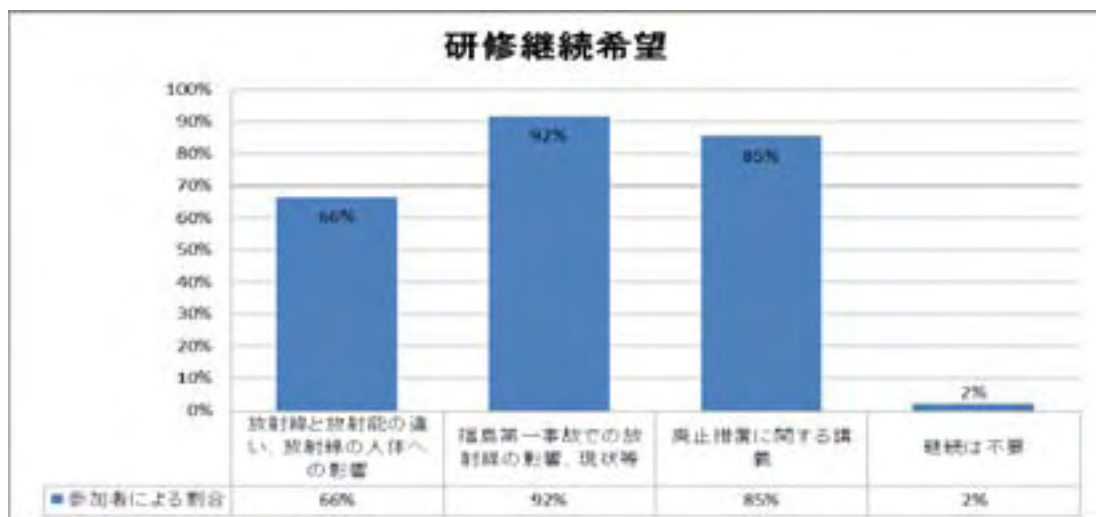
図－12 福島第一事故での放射線の影響、現状等



図－1 3 廃止措置に関する講義

- ・ 継続希望回答の割合（電力社員を除く）（図－1 4 参照）

放射線と放射能の違い	55 / 83人	=	66%
福島第一事故での放射線の影響	76 / 83人	=	92%
廃止措置に関する講義	76 / 89人	=	85%
継続は不要	2 / 89人	=	2%



図－1 4 継続希望回答の割合

- ・ 今回の研修を通じ、あらためて自分の担当設備の重要さを認識してもらえたとともに、こういう研修を受ける機会が少ない協力会社にとっては、貴重な体験になったとの意見を頂いた。研修中での意見交換、アンケートの内容からみても、期待した成果は達成できたと考える。

4. 取組の評価と今後の展開

- ・ 身近な話題としての放射線管理、東電福島第一事故での放射線管理・汚染水管理等から将来の課題である廃止措置まで幅広い研修であった。協力会社の方のアンケート結果や意見等をみると総じて有益、継続希望となっていることから、本事業は原子力事業に携わる方の知識の向上、設備に対する重要度認識および安全意識の向上等に非常に貢献できたと考える。
- ・ 今後は、今回実施した中で専門性の高い「廃止措置に関する講義」について、新たな必修訓練コ

ースとして平成26年度に新設し、継続していくこととしたい。

5. 添付資料

- (1) 【MTC 開催】 福島第一事故を振り返っての講義資料
- (2) 【MTC 開催】 測定器・防護具取扱訓練講義資料
- (3) 【伊方 PS 開催】 放射線管理に関する講義資料
- (4) 【伊方 PS 開催】 汚染水対策講義資料
- (5) 【伊方 PS 開催】 廃止措置講義資料（三菱重工）
- (6) 【MTC 開催_研修前】 原子力安全性向上人材育成アンケート集約版
- (7) 【MTC 開催_研修後】 原子力安全性向上人材育成アンケート集約版
- (8) 【伊方 PS 開催_研修前】 原子力安全性向上人材育成アンケート集約版
- (9) 【伊方 PS 開催_研修後】 原子力安全性向上人材育成アンケート集約版
- (10) 【MTC 開催】 実績日程表
- (11) 【伊方 PS 開催】 実績日程表
- (12) 【MTC 開催】 原子力安全性向上人材育成アンケート様式
- (13) 【伊方 PS 開催】 原子力安全性向上人材育成アンケート様式

以 上



福島第一原子力発電所事故を振り返って

～ 事故の概要と伊方発電所の対応状況 ～

原子力保安研修所
保修高度化グループ



目次

- I. 伊方発電所の概要
- II. 福島第一原子力発電所事故の概要
- III. 伊方発電所における安全対策
- IV. 新しい原子力規制



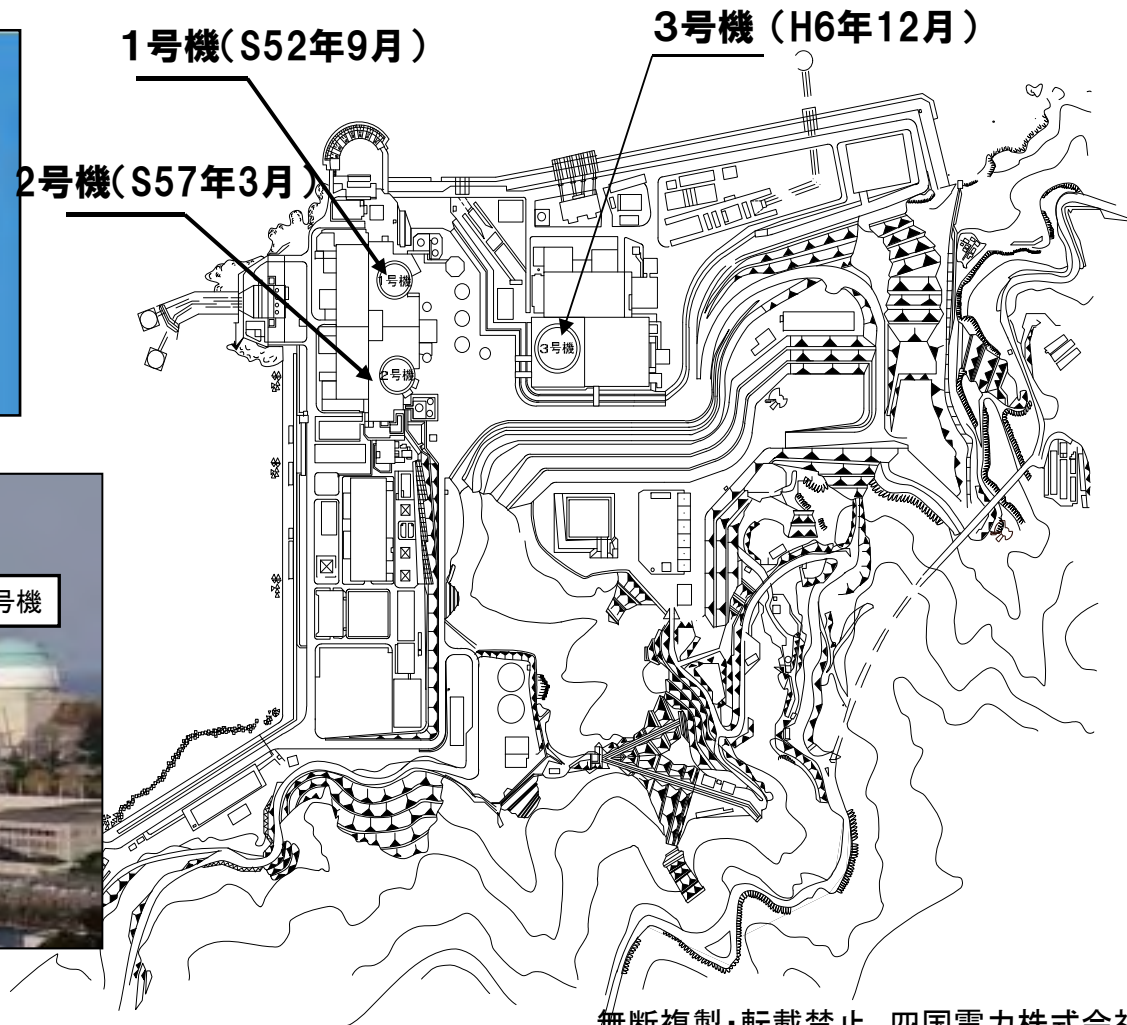
I. 伊方発電所の概要



伊方発電所の概要

伊方発電所は佐田岬半島の瀬戸内海に位置する。

伊方発電所の敷地図





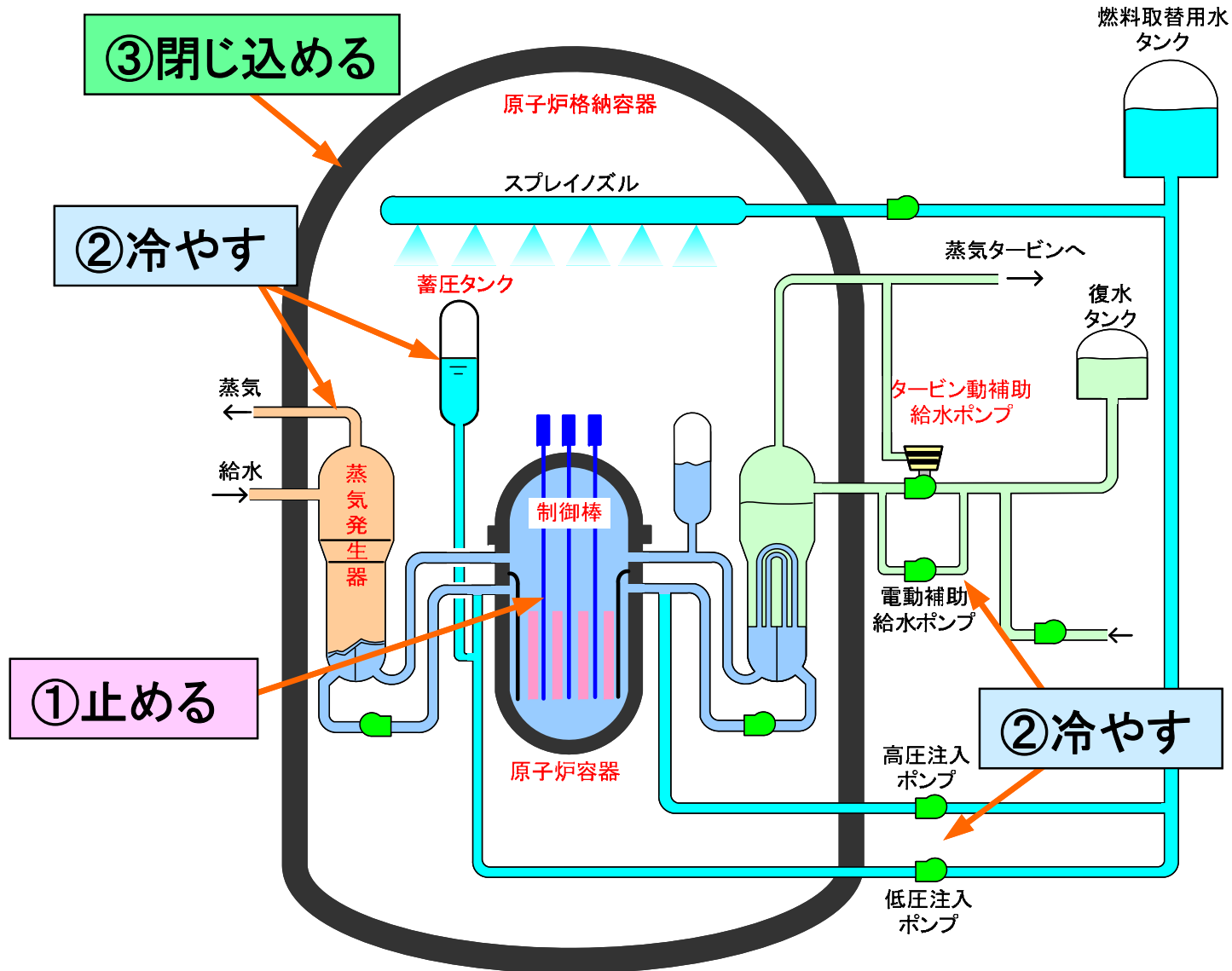
伊方発電所の運転状況(～25年10月)

■ 伊方発電所の運転状況

	平成23年										平成24年					平成25年		
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月				
3号機 (89.0万kW)	☀	東日本大震災 (3/11) 4/29～ 定期検査																全号機とも未稼働
1号機 (56.6万kW)						9/4～ 定期検査												
2号機 (56.6万kW)											1/13～ 定期検査							



伊方発電所の原子炉安全停止機能

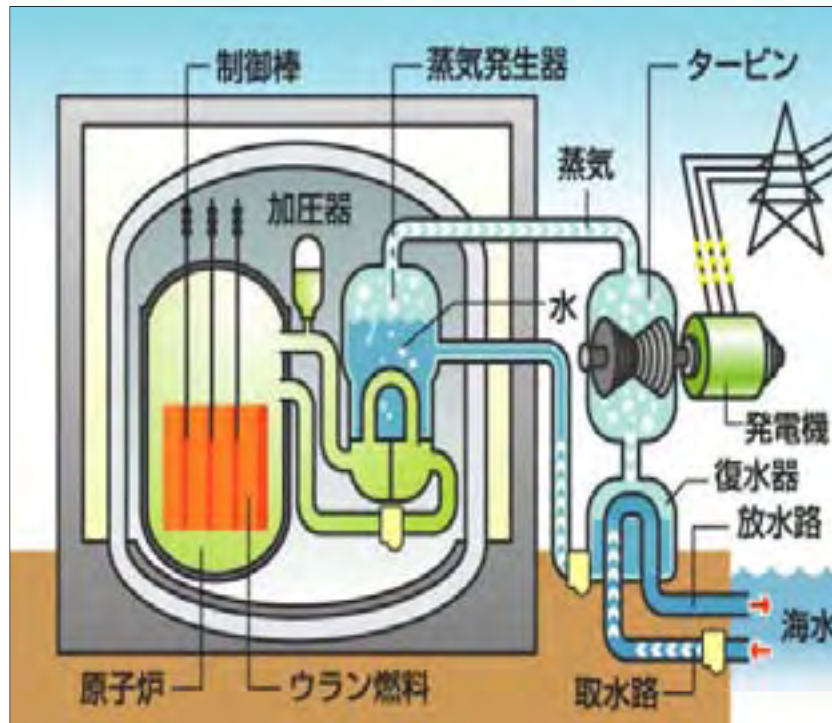




【参考】原子炉の種類(PWRとBWRの違い)

◆PWR(加圧水型)

(四国、北海道、関西、九州電力などが採用)

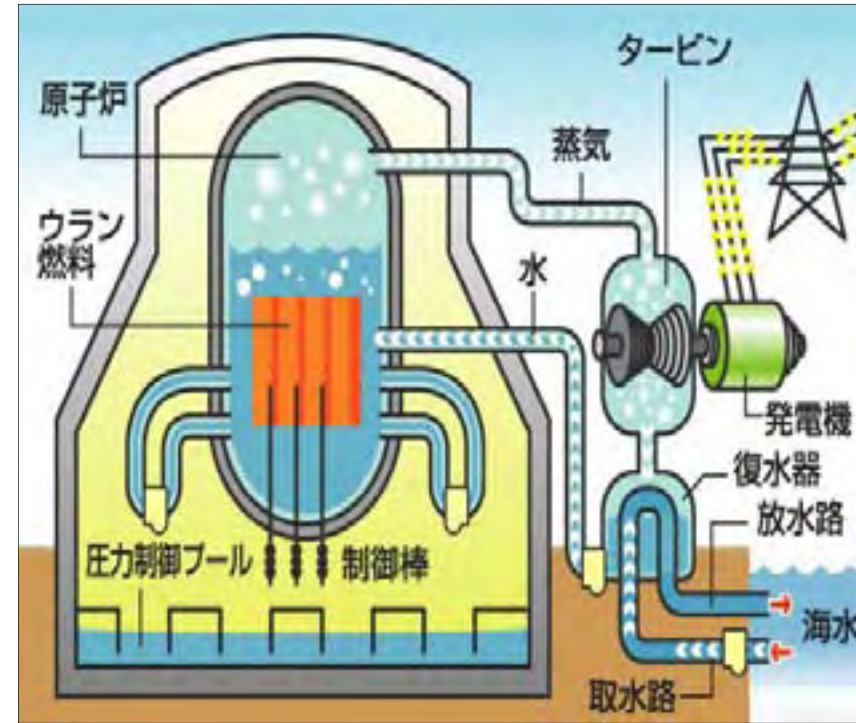


【加圧水型炉】(PWR:Pressurized Water Reactor)

- 原子炉内の水を直接沸騰させない炉型
- 蒸気発生器内の細管越しに外側の水(放射性物質を含まない)を沸騰させて蒸気をつくるため、放射性物質の管理をすべきエリアが狭い

◆BWR(沸騰水型)

(東京、東北、北陸、中部、中国電力などが採用)



【沸騰水型炉】(BWR:Boiling Water Reactor)

- 原子炉内の水を直接沸騰させる炉型
- 原子炉内で発生した蒸気(放射性物質を含む)をそのままタービンに送るため、放射性物質の管理をすべきエリアが広い



伊方発電所の高経年化対策

【これまでに実施した主な大型改良工事】

主な大型改良工事	実施年月
1号機蒸気発生器および低圧タービン取替工事	H10. 6月
2号機低圧タービン取替工事	H12. 8月
1号機原子炉容器ふた取替工事	H13. 2月
2号機蒸気発生器および原子炉容器ふた取替工事	H14. 1月
1号機原子炉容器炉内構造物取替工事	H17. 3月
2号機原子炉容器炉内構造物取替工事	H18. 3月
1,2号機中央制御盤等取替工事	H21. 8月



2号機蒸気発生器取替工事



1号機原子炉容器炉内構造物取替工事



1,2号機中央制御盤等取替工事



伊方発電所の耐震安全性(立地点の特徴)

岩盤上に設置した原子力発電所と一般の建物の揺れの伝わり方の違い



伊方発電所に影響を及ぼす地震発生メカニズムの違い

プレート境界地震
南海トラフの巨大地震 (M9.0)



内陸地殻内地震
敷地前面海域の断層群による地震(M7.8)



伊方発電所



○伊方発電所建設時の状況



	伊方(九町)	伊方発電所
芸予地震(2001.3.24)	108ガル	64ガル
豊後水道(2005.5.25)	47ガル	24ガル
大分県西部(2006.6.12)	59ガル	24ガル



伊方発電所における地震・津波の影響評価

■ 地震(揺れ)の影響評価

	最大加速度	基準地震動 (設計の基準)
①敷地前面海域の 活断層群による地震 (M7.8)	413ガル	570ガル
②南海トラフ巨大地震 (M9.0)	133ガル	



■ 津波の影響評価

	水位上昇(満潮時)	敷地の高さ
①敷地前面海域の 活断層群による地震 (M7.8)	海拔 約 4.3m 満潮水位(1.6m)+津波(2.7m)	海拔 約 10m
②南海トラフ巨大地震 (M9.0)	海拔 約 2.4m 満潮水位(1.6m)+津波(0.8m)	



II . 福島第一原子力発電所事故の概要

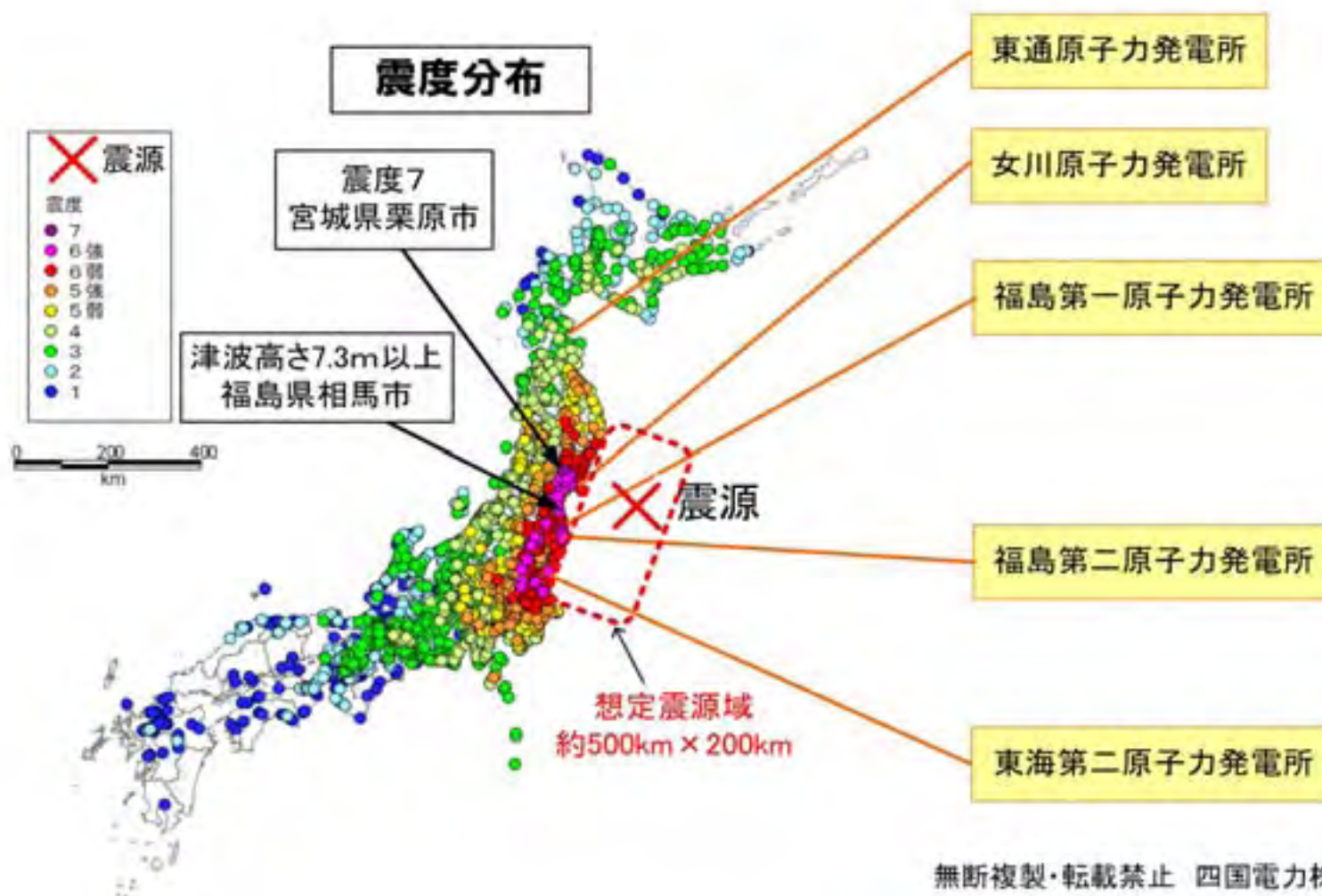


東北地方太平洋沖地震の概要(プレート間地震)

発生日時：平成23年3月11日(金)14時46分

発生場所：三陸沖(牡鹿半島の東南東、約130km付近)、深さ24km、マグニチュード9.0

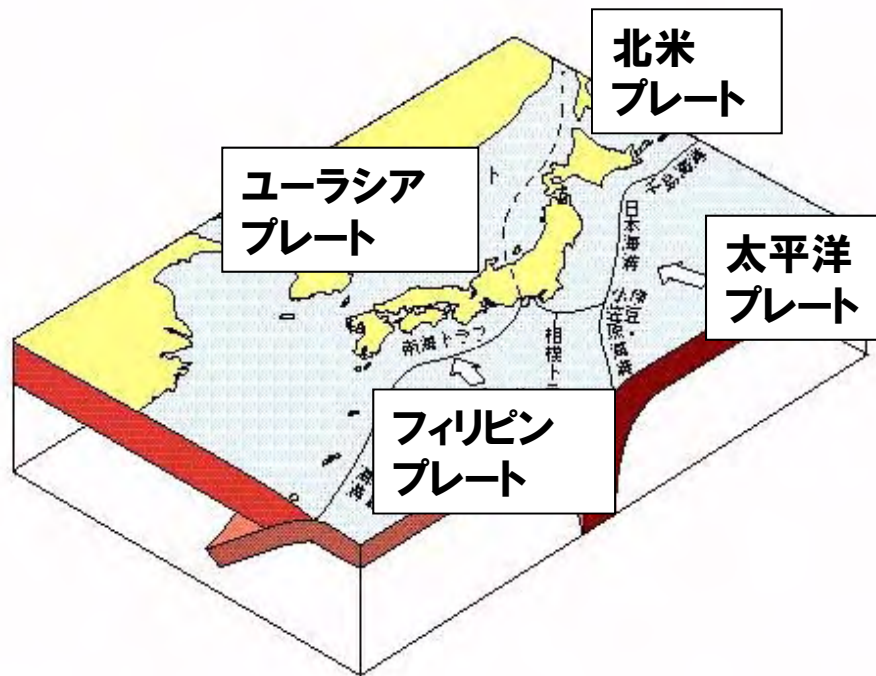
各地の震度：震度7:宮城県栗原市、震度6強:福島県楡葉町、富岡町、大熊町、双葉町



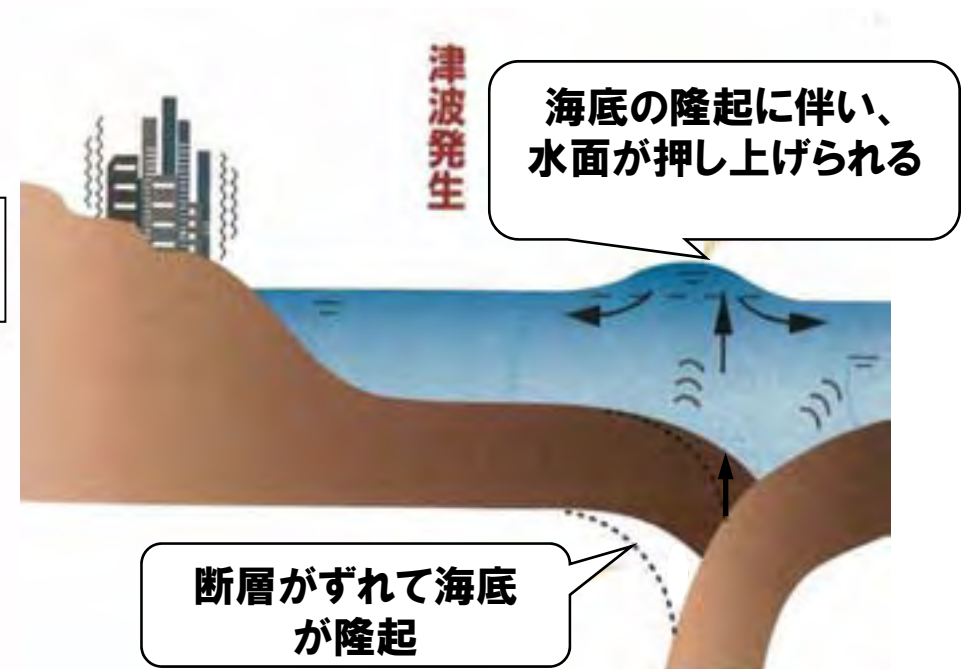


地震発生のメカニズム

地震発生様式: プレート間地震
太平洋プレートと北米プレートの境界で発生した地震



日本周辺のプレート



プレート間地震発生のメカニズム



福島県とは？

○ 面積 13782.75km² 北海道、岩手県に次ぐ全国第3位。(愛媛26位)

○ 人口 202万5千人(2011.2現在)・・・愛媛143万7千人

いわき市、郡山市、福島市(県庁所在地) 各30万人前後

○ 3つの地域

浜通り: 太平洋と阿武隈高地に挟まれた海洋性気候。

中通り: 阿武隈高地と奥羽山脈にはさまれた盆地。夏は酷暑

会津: 奥羽山脈と越後山脈にはさまれた日本海型気候

○ 位置

東京から約260km 東北新幹線で100分

松山空港から約3時間(伊丹乗換え含む)

○ 産業

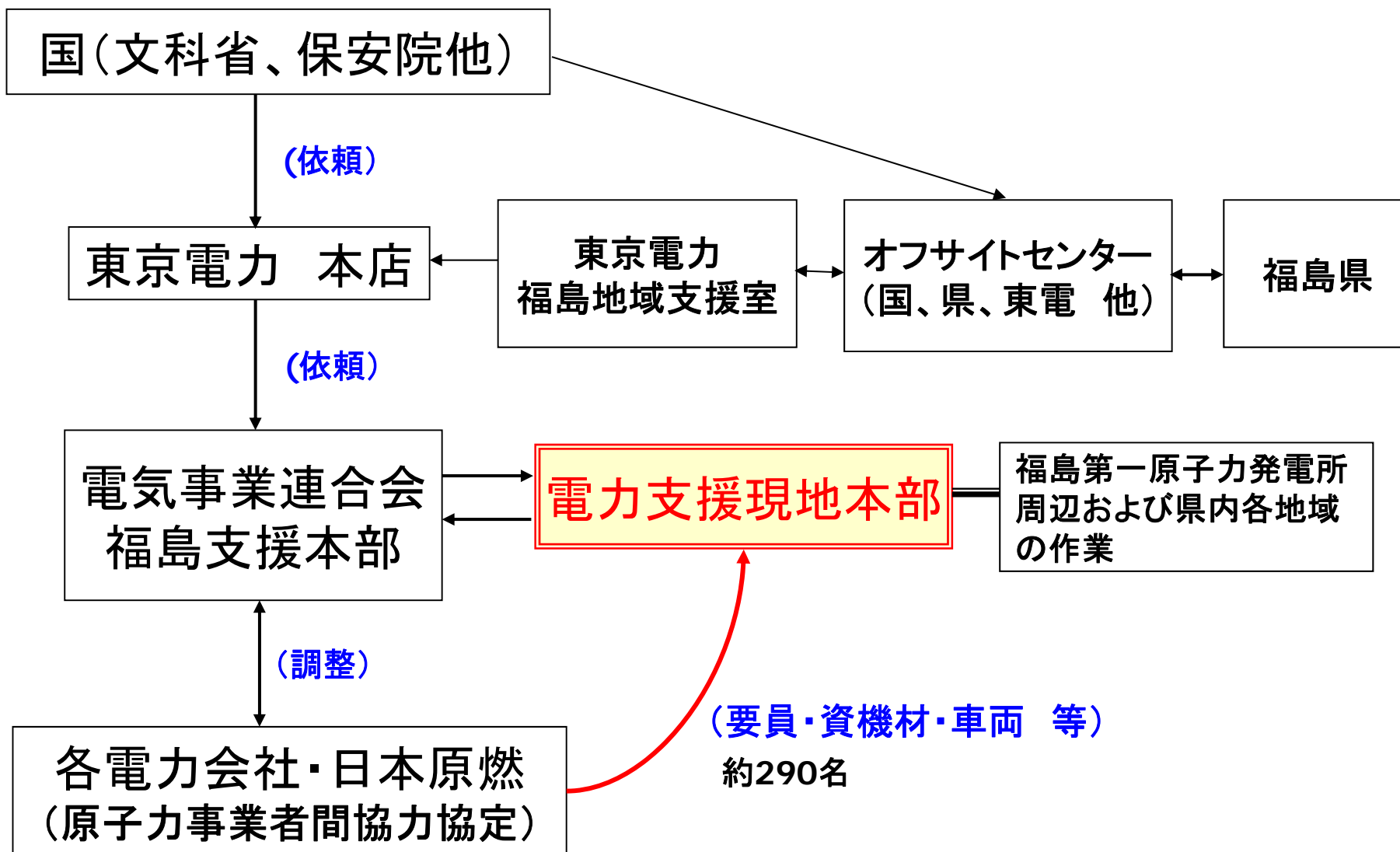
第一次産業 米、果物(もも)、カツオ、養殖鯉

第二次産業 半導体、プリント基板、電子機器、化学製品、

自動車エンジン 等の工場 (製造品出荷額東北1位)



(参考) 震災後の電力支援活動業務





電力支援現地本部の拠点と活動地域の位置関係

支援業務における宿泊地と業務実施地点との位置関係図





電力支援チームの主な業務内容

(1) 住民スクリーニング

福島県内2箇所(南相馬、いわき)にて実施。(過去、7箇所で開催)

(2) 環境放射線モニタリング

福島第一発電所周辺の避難区域圏内・圏外等の放射線を測定。

(3) 避難住民の一時帰宅スクリーニング(川内、田村、南相馬、広野)

一時帰宅した避難住民の身体・持出し物品の汚染検査

(4) 車両スクリーニング(広野、南相馬)

避難区域から持ち出すマイカーの汚染検査

(5) 東電経路による国・自治体等からの要請による非定常作業

- ・ 県内学校施設、公共施設の放射線測定
- ・ 市町村スポット地域の放射線モニタリング、土壌サンプリング等の
詳細調査 など



III . 伊方発電所における安全対策



伊方発電所における安全対策

<p>浸水を防ぐ</p>	 <p>【水密扉を設置】</p>	<p>地震の揺れに備える</p>	 <p>【配管などの耐震性を向上】</p>
<p>電源を確保する</p>	 <p>【空冷式非常用発電装置の配備など】</p>	<p>重大事故に備える (シビアアクシデント)</p>	 <p>【燃料損傷に備えた諸対策】</p>
<p>冷却水を確保する</p>	 <p>【ポンプ車や可搬型消防ポンプを配置】</p>	<p>緊急時訓練の実施</p>	 <p>【電源喪失を想定した訓練】</p>

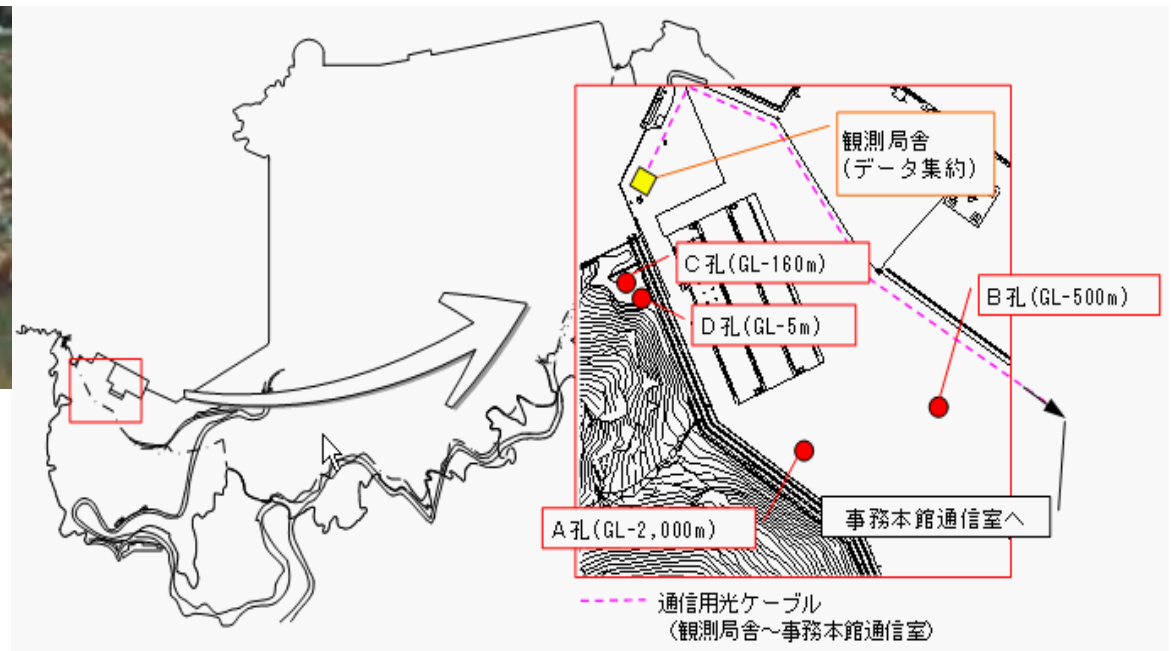


地震の揺れに備えて(当社独自の対策1/3)

- 発電所敷地内において、地下2,000mまでのボーリング調査を行った結果、地下深くまで硬い岩盤が分布しており、地震の揺れが増幅しない地質であることを確認しました。
- 今後は深部に設置した地震計により、詳細な調査を実施します。



強固な岩盤上に設置

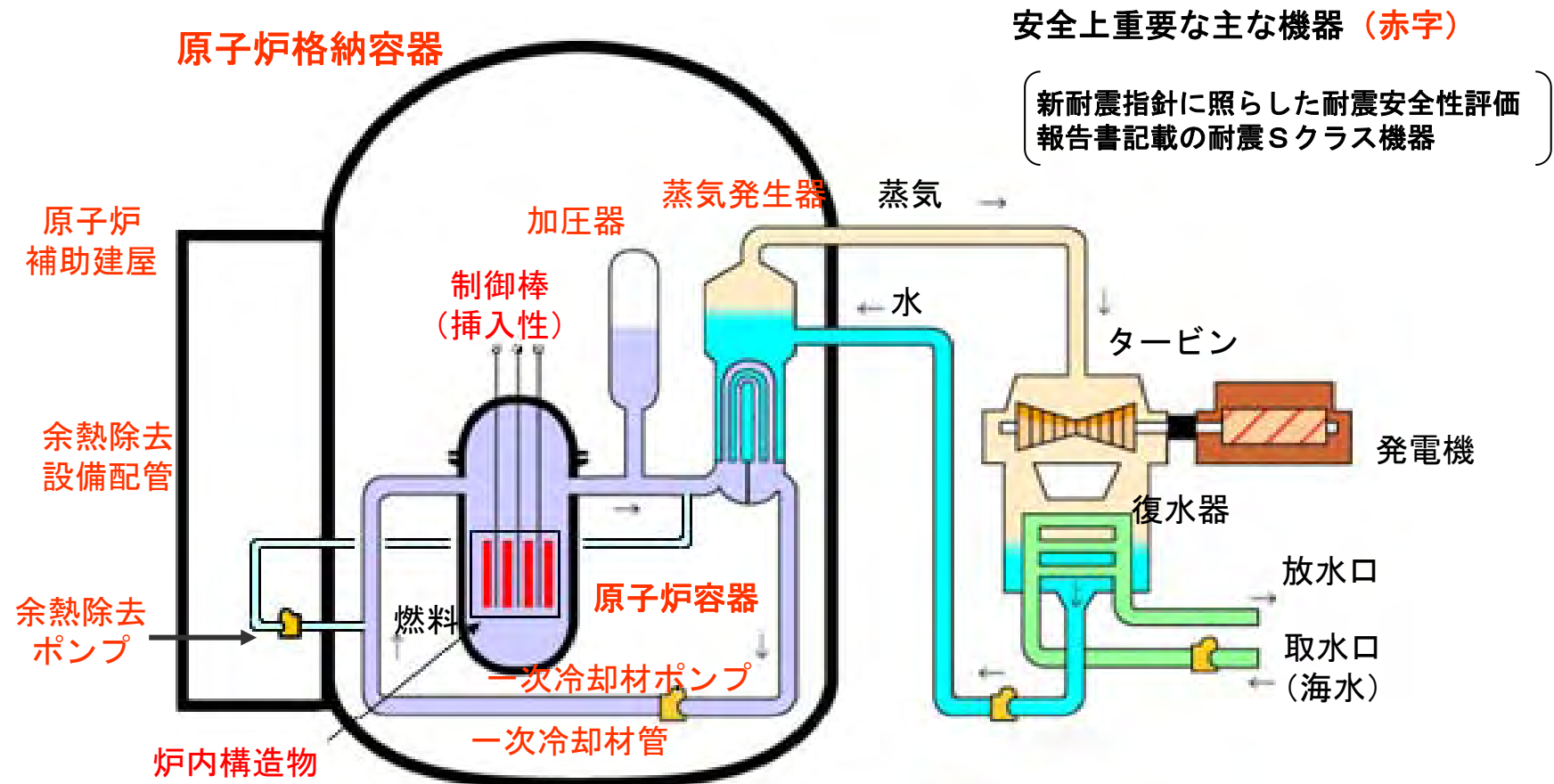


深部地震計設置場所



地震の揺れに備えて(当社独自の対策2/3)

- 蒸気発生器などの安全上重要な主要機器※が、基準地震動（570ガル）に対して、**2倍程度の裕度**があるかを確認し、対策が必要なものは対策を実施。
3号機については、既に2倍の裕度があることを確認し、1, 2号機は現在評価実施しています。



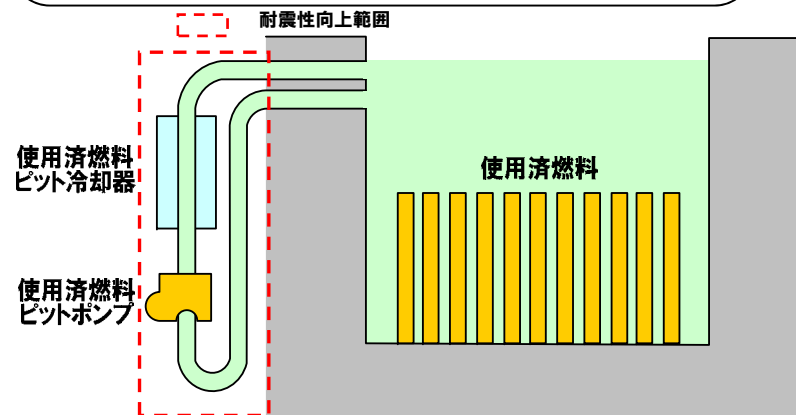
緊急安全対策に用いる設備の耐震性向上対策



基礎地盤の補強

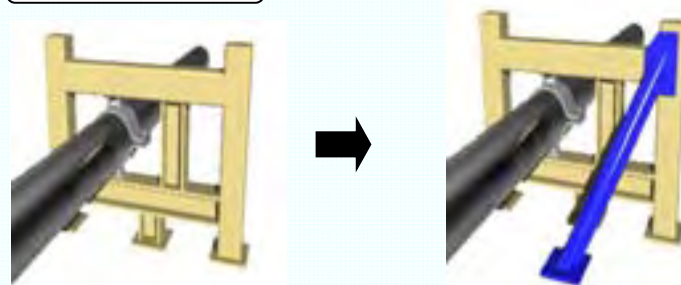
淡水タンク等水源の耐震性向上

福島事故の教訓を反映した耐震性向上対策



耐震安全性評価の結果、必要に応じ
耐震性向上工事を実施

配管サポート補強の例



使用済燃料ビット冷却設備の耐震性向上



安全強化対策（浸水対策）

- 伊方発電所は**海拔10m**にあり、想定される津波によって浸水することはありませんが、更なる安全強化のため、**非常用ディーゼル発電機**や**直流電源装置**など、**安全上重要な機器を設置**する建物の入口扉を**水密扉**に取替えました。（平成24年完了）

＜水密扉＞

安全上重要な機器設置エリア
（31箇所 厚さ 約15cm）



＜大型水密扉＞

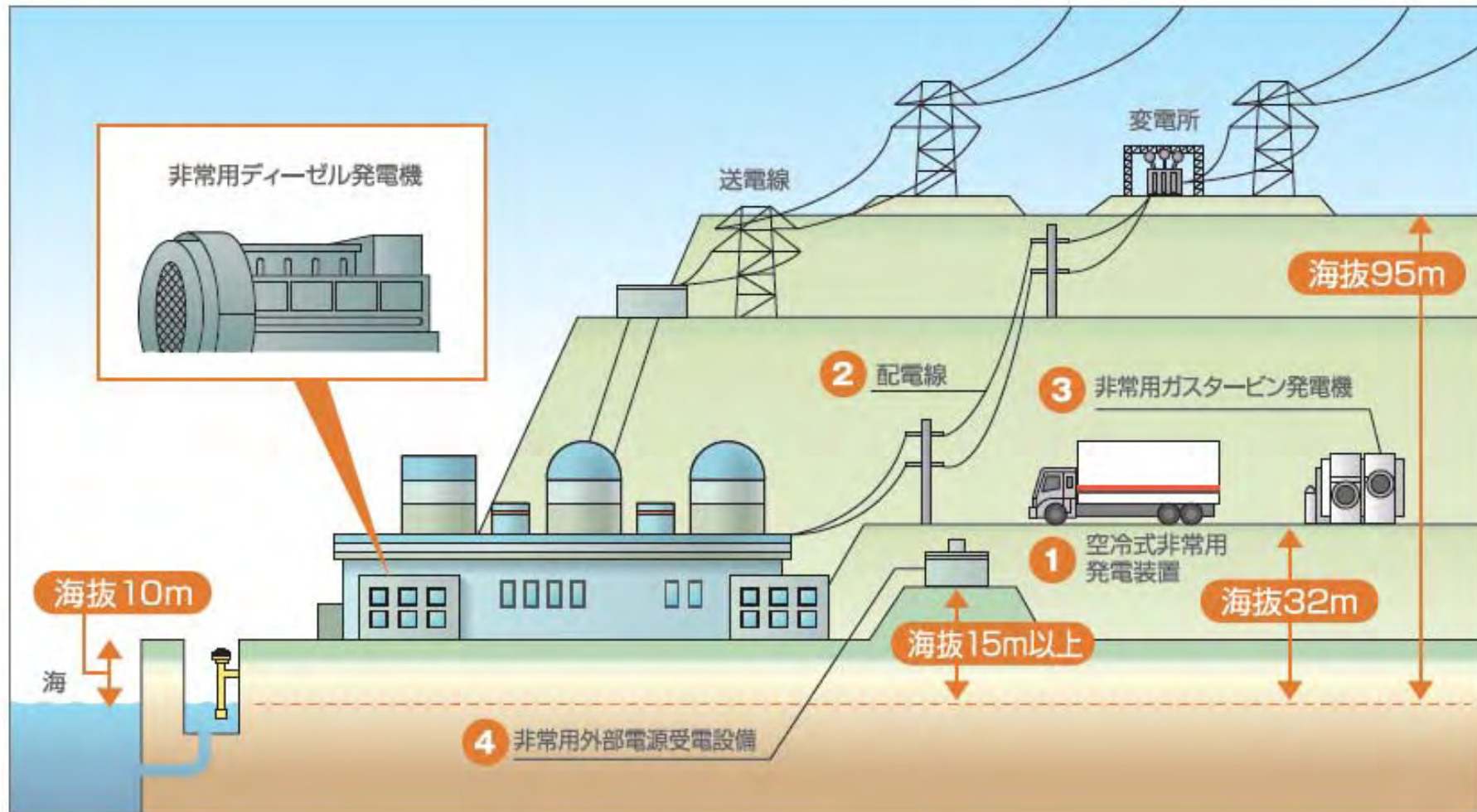
非常用ディーゼル発電機室など
（7箇所 厚さ 約35cm）





安全強化対策（電源確保対策1/3）

- 原子炉等を安定的に冷却するためには、ポンプなどの安全系補機を動かす電源の確保が必要。今後もさらなる**多重化・多様化**に取り組んでいきます。





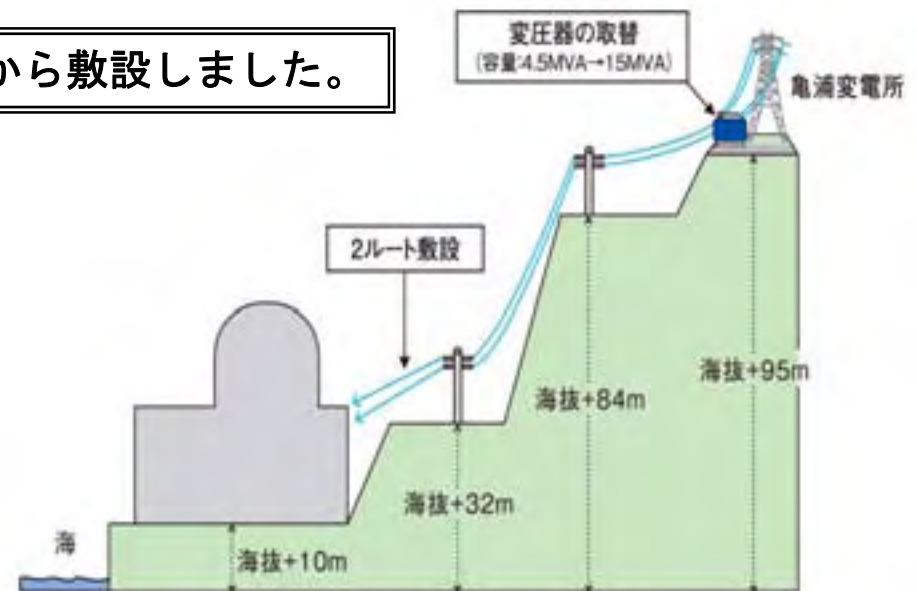
安全強化対策（電源確保対策2/3）

- 原子炉を冷温停止に導くのに十分な容量のある**空冷式非常用発電装置**を高所（海拔32m）に配備しました。



1,825kVA:4台
300kVA:1台(予備)

- **配電線(2ルート)**を海拔95mの変電所から敷設しました。





安全強化対策（電源確保対策3/3）

- 冷却水がいない空冷式の**非常用ガスタービン発電機**を高所（海拔32m）に設置します。（平成27年度設置予定）
- 既存の受電設備が使用できない場合に備え、**非常用外部電源受電設備**を高所（海拔15m以上）に設置します。（平成27年度設置予定）

【非常用ガスタービン発電機】



【非常用外部電源受電設備】



開閉設備

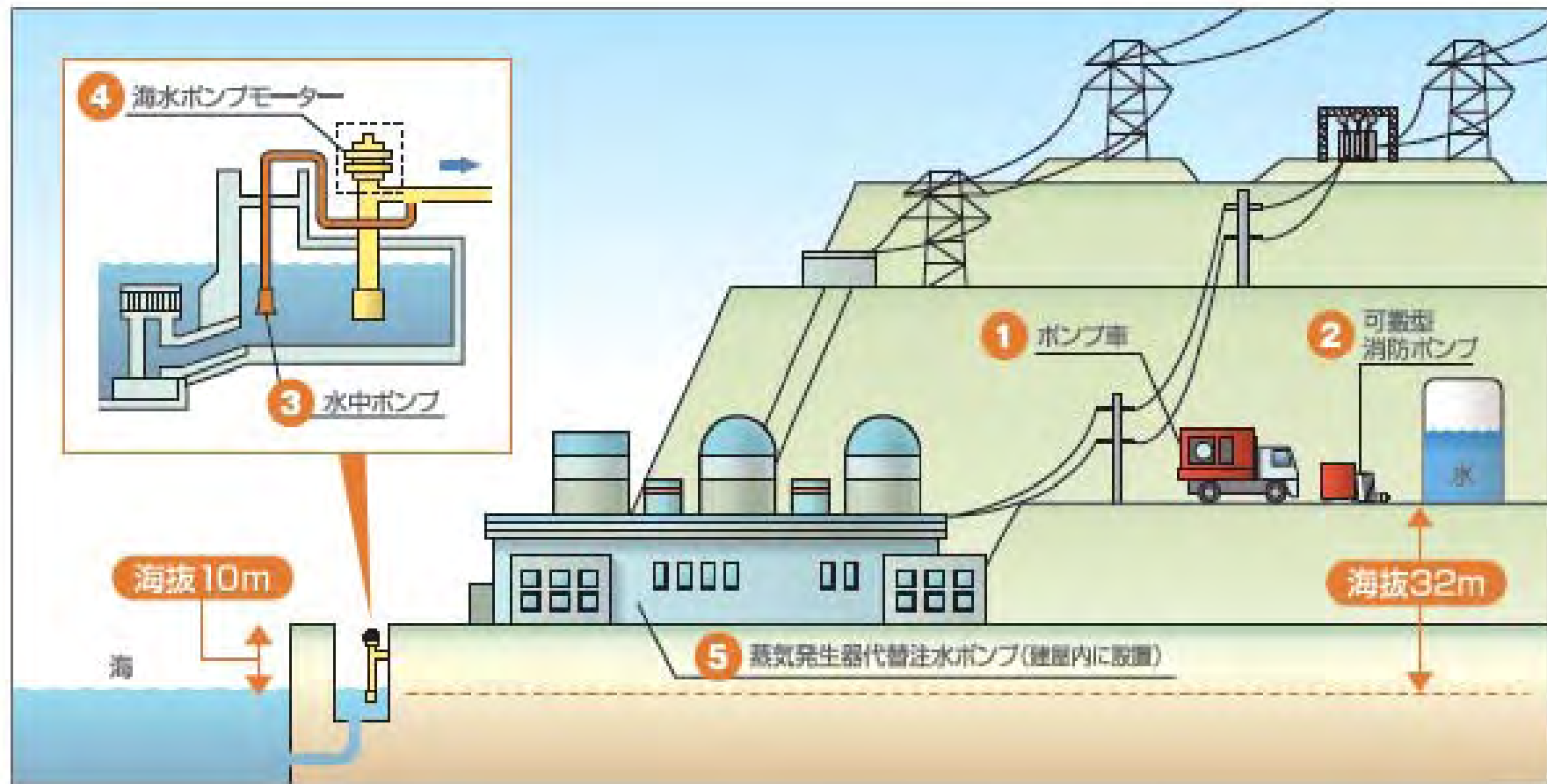


変圧器



安全強化対策（冷却水の確保対策1/2）

- 伊方発電所では、これまでもポンプ・配管の**多重化**や、ポンプ駆動エネルギー源の**多様化**などの対策をとっていますが、福島第一原子力発電所の事故を受けて、さらなる対策を進めています。





安全強化対策（冷却水の確保対策2/2）

- 既設のポンプの代替りとして、タンクや海から海水を汲み上げたり、原子炉に注水するため、**ポンプ車**を9台配備しました。（海拔32m）
- タンクや海から水を汲み上げるため、**可搬型消防ポンプ**を8台配備しました。（海拔32m）
- 海水を汲み上げる海水ポンプが使用不能となった時に使う**水中ポンプ**を28台配備しました。（予備のモーター3台もあわせて配備）



ポンプ車(9台)



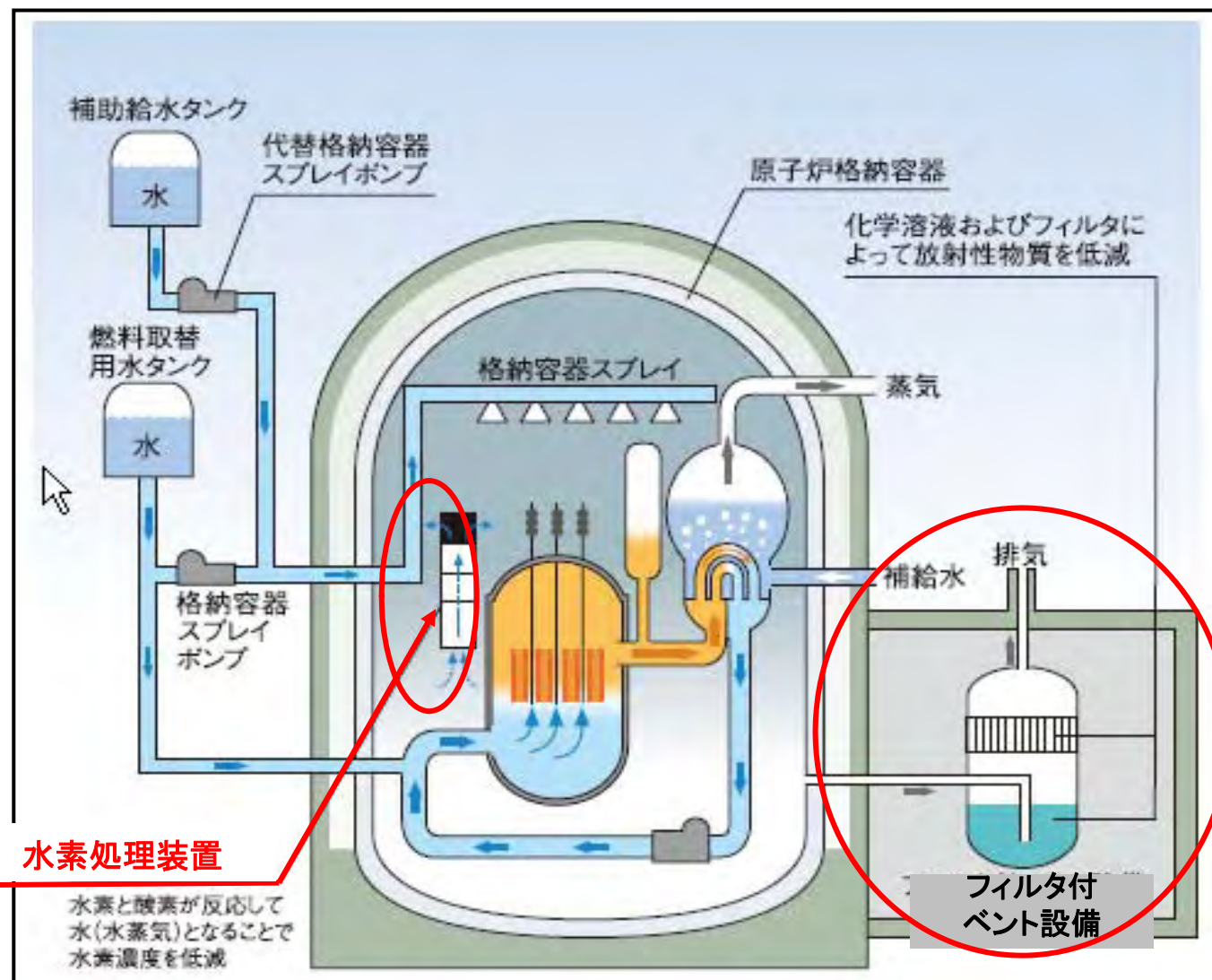
可搬型消防ポンプ(8台)



水中ポンプ(28台)



重大事故に備えた安全対策(1/3)





重大事故に備えた安全対策(2/3)

○免震構造の総合事務所内に、重大事故時の対応拠点となる**緊急時対策所**を設置しました。

■伊方発電所総合事務所外観

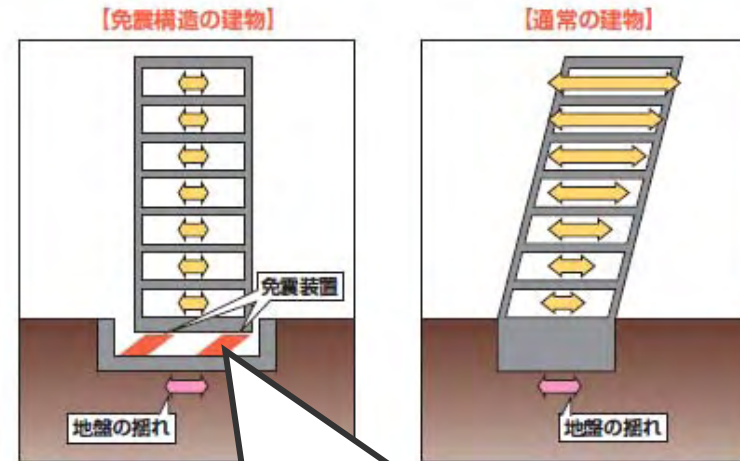


■緊急時対策所

(非常用ガスタービン発電機)

7F	執務室
6F	執務室
5F	執務室
4F	機械室(通信・電気)
3F	食堂ほか
2F	緊急時対策所
1F	放射能測定室・応接室

免震層





重大事故に備えた安全対策(3/3)

- 原子炉格納容器に溜まった水素による爆発を防止するため、**水素を処理する装置**を設置しました。
- 格納容器内に冷却水を散布し、圧力の上昇を抑制する既設の格納容器スプレイポンプが使用できない時に備え、代替格納容器**スプレイポンプ**を設置しました。
- 原子炉格納容器内の圧力が異常に上昇した場合でも、放射性物質を低減しながら、一定の空気を抜くことができる**フィルタ付ベント装置**を設置します。
(平成27年度設置予定)
- 原子炉格納容器が万一破損した際、破損部への放水によって放射性物質の放出を抑制するため、**放水砲**を配備しました。
- 迅速な事故対応のため、がれき撤去用の**ホイールローダ**を配備しました。



放水砲



ホイールローダ(2台)



緊急時対応訓練の実施

- 福島での事故の教訓から、設備（ハード面）の強化だけでなく、機器を使用する人（ソフト面）の訓練も必要。**定期的に訓練を継続**しています。

空冷式非常用発電装置から、
実際に電源をつなぎ込む訓練



夜間に携帯用照明だけで作業を行う訓練



全交流電源喪失を想定した訓練



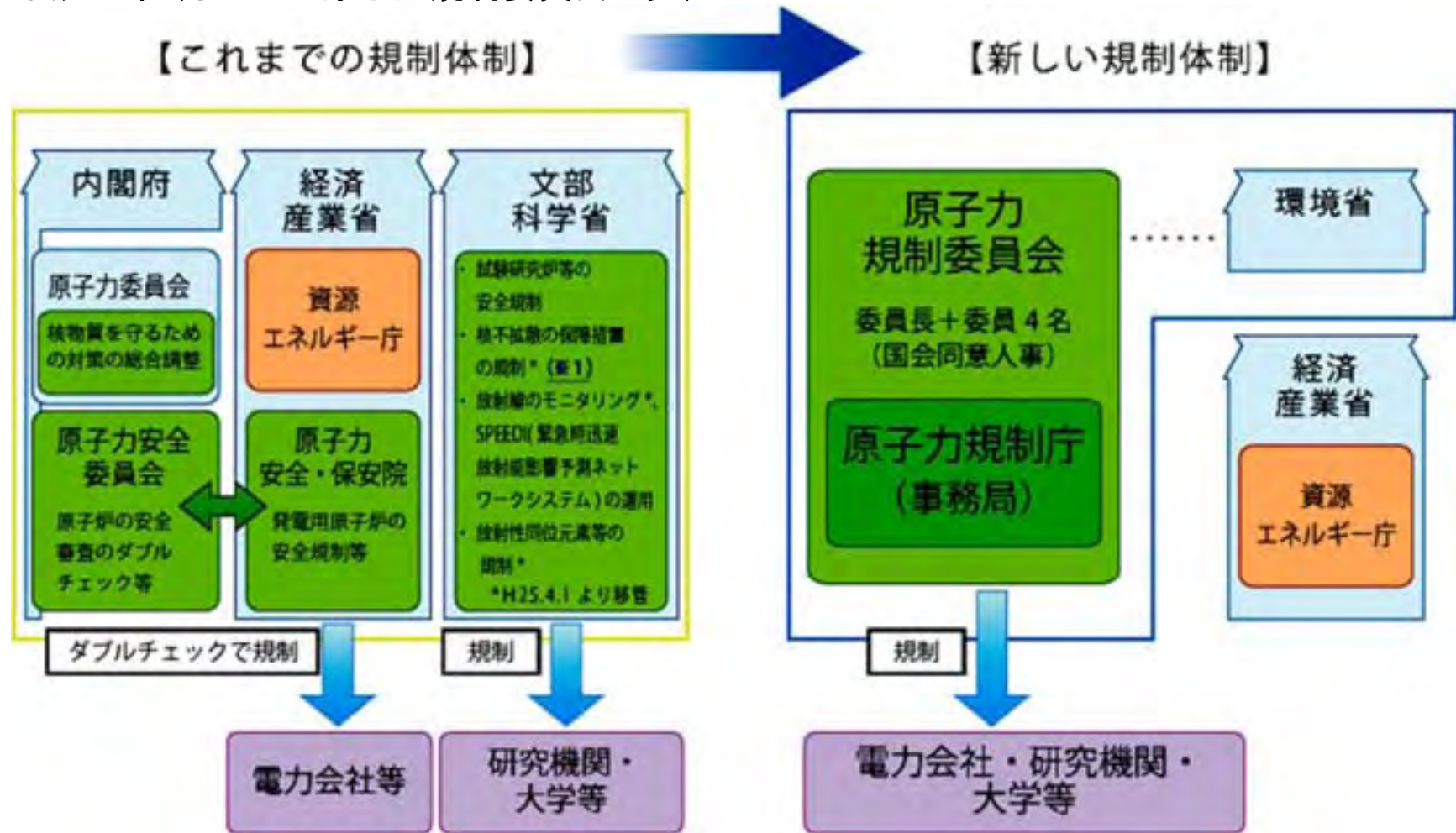


IV. 新しい原子力規制



原子力規制のための新しい体制

- ・ 原子力規制を、独立して一元的に担う「原子力規制委員会」を設置する法律が、平成24年6月27日に公布
- ・ 平成24年9月19日に原子力規制委員会が発足





新規制基準策定における基本方針

福島での事故から得られた教訓、海外の規制動向を踏まえて新基準を検討



新旧の基準で想定される事故事象

	機械故障 火災、誤操作等	地震、 津波 等	竜巻、 火山 等
異常運転防止 故障防止	従来の基準 【基準の強化】		新規制基準で追加
事故の制御			
重大事故の 影響軽減			

事象の進展 ↓

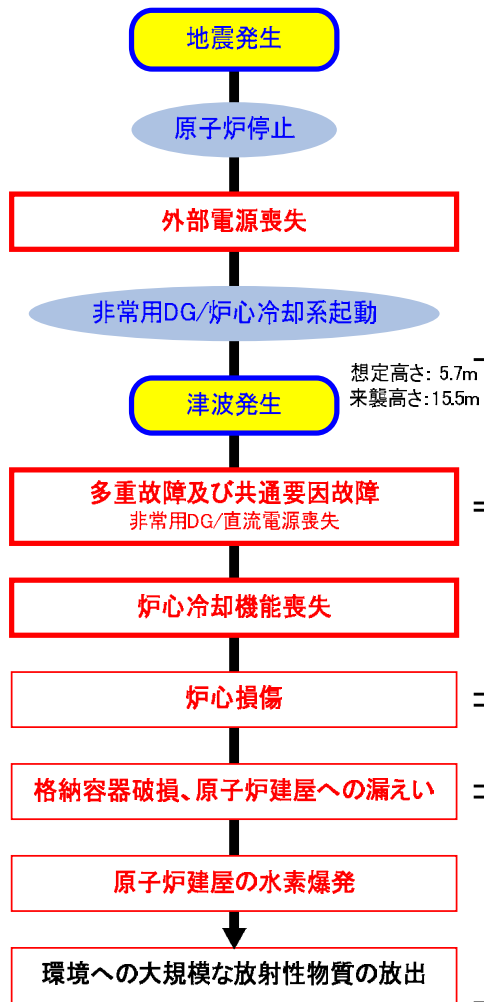


新規制基準の全体像

【東京電力福島第一原子力発電所事故の進展と対策の方向性】

<事故の進展>

「原子力規制委員会資料の抜粋」
(平成25年2月6日開催)



<対策>

- 地震や津波に対する耐性強化
- 著しい炉心損傷防止
非常用電源及び炉心冷却系の強化
- 格納容器破損防止
- 放射性物質の放出抑制・拡散緩和

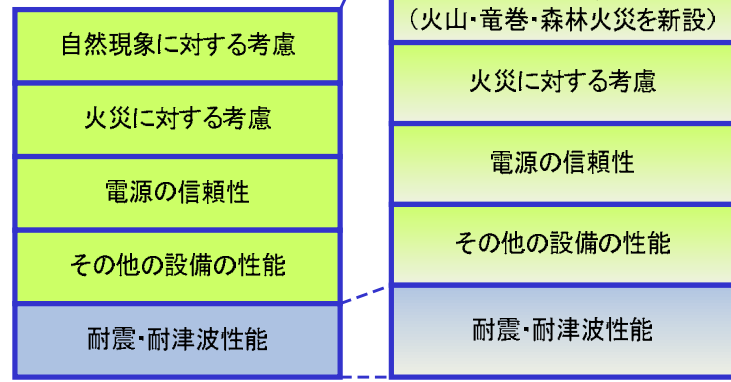
【新規制基準の全体像】

「原子力規制委員会資料の抜粋」
(平成25年7月3日開催)

<従来の規制基準>

<新規制基準>

シビアアクシデントを防止するための基準(いわゆる設計基準)
(単一の機器の故障を想定しても炉心損傷に至らないことを確認)



平成25年7月8日新規制基準施行

同日、新基準への適合性確認申請

事業者からの申請

【原子力規制委員会における審査】

【設置変更許可】

・原子炉施設の基本設計・方針等を審査

【工事計画認可】

・原子炉施設の詳細設計について審査

【保安規定変更認可】

・運転管理、体制等について審査

地元のご理解

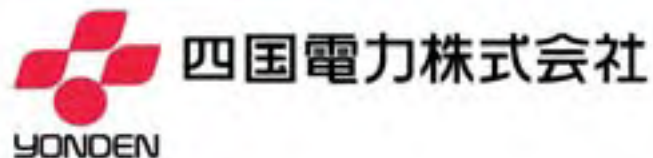
地域の皆さまの理解促進に向けた取り組み

- 訪問対話活動 [伊方発電所周辺地域において昭和63年から継続実施]
- 情報公開の徹底 [伊方発電所の正常状態以外のすべての事象を通報連絡]



ご清聴 ありがとうございました

しあわせのチカラになりたい。





測定器・防護具取扱訓練 テキスト

伊方発電所
放射線・化学管理課



目 次

1. 放射線測定器の取扱い

(1) はじめに	1
(2) 測定器の種類	2
(3) 汚染サーベイメータ (GSM)	3
(4) パトロールサーベイメータ (PSM)	8
(5) 電離箱式サーベイメータ (ICM)	11

2. 高線量防護具の脱着訓練

(1) 高線量防護具	13
(2) 高汚染防護具	14
(3) 高汚染防護具の脱着訓練	16



1. 放射線計測器の取扱い

(1) はじめに

放射線レベルの測定には種々の測定器を用いて測定するが、管理区域内の作業環境を把握するために最低限必要な線量当量率、表面汚染密度の測定方法は次のとおり。

- 測定器の使用にあたっては、**校正シール等により有効期限内であることを確認する。**
- 表面汚染密度の測定は、汚染サーベイメータにより、物品等の表面に検出器を直接近づけて汚染の有無を測定する直接法と、スミアろ紙により物品等の表面をこすり、そのスミアろ紙を測定するスミア法がある。
- 線量当量率の測定は、パトロールサーベイメータまたは電離箱式サーベイメータにより直接測定する。なお、パトロール時等は小型で携帯に便利なパトロールサーベイメータで測定し、測定値の精度が要求される場合は、電離箱式サーベイメータで測定する。



1. 放射線計測器の取扱い

(2) 測定器の種類

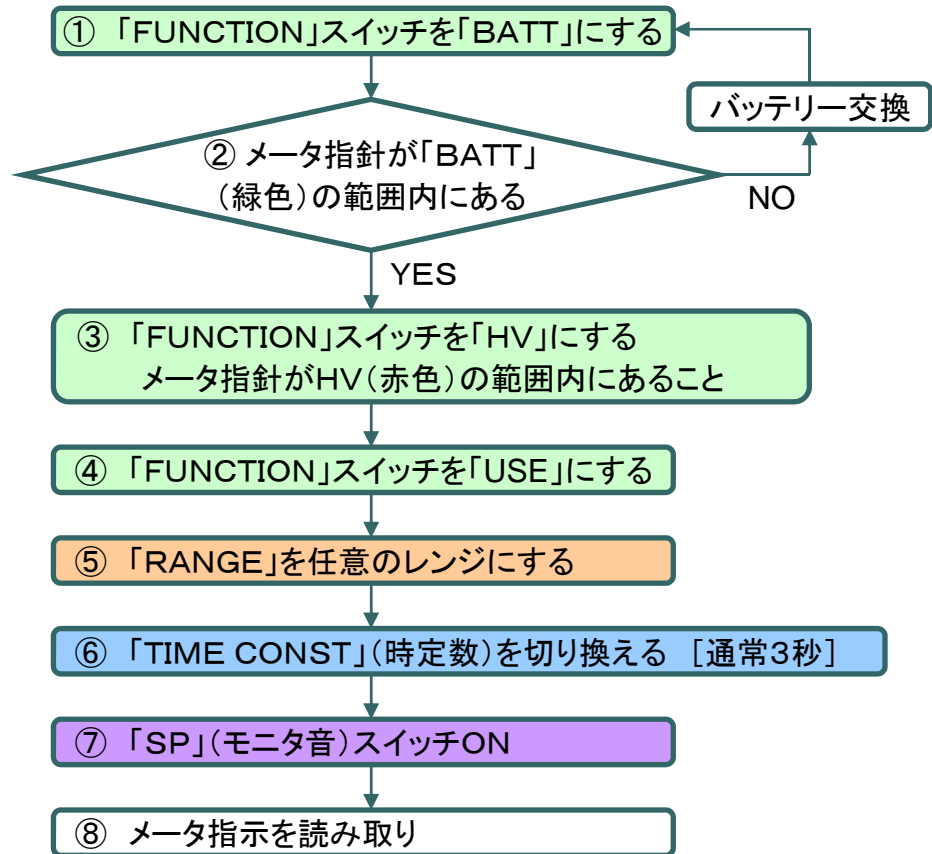
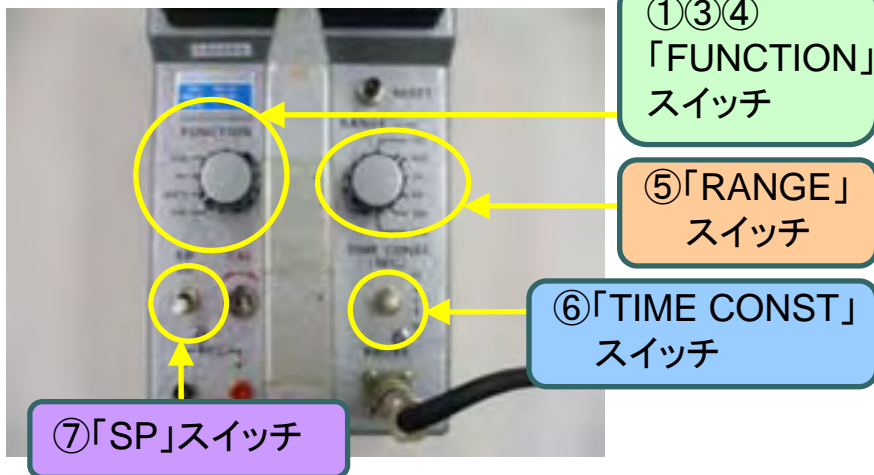
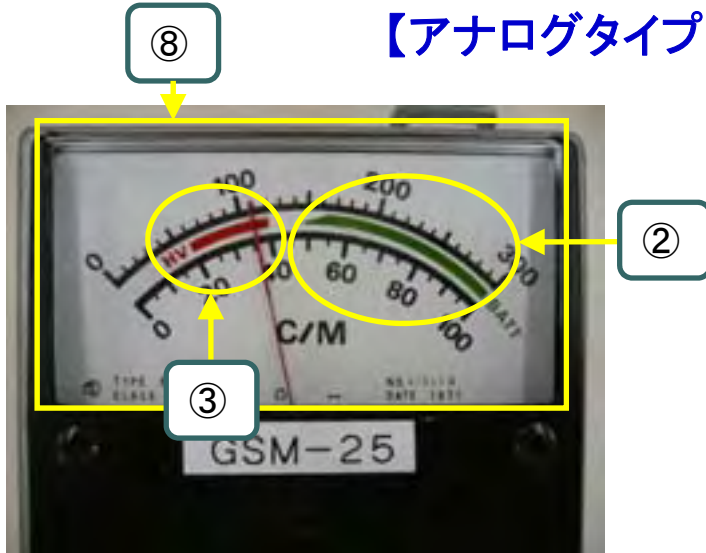
測定器	汚染サーベイメータ(GSM)	パトロールサーベイメータ(PSM) 電離箱式サーベイメータ(ICM)
測定対象	表面汚染密度(β 線)	線量当量率(γ 線)
測定方法	直接法・スミア法	直接法



1. 放射線計測器の取扱い

(3) 汚染サーベイメータ(GSM)

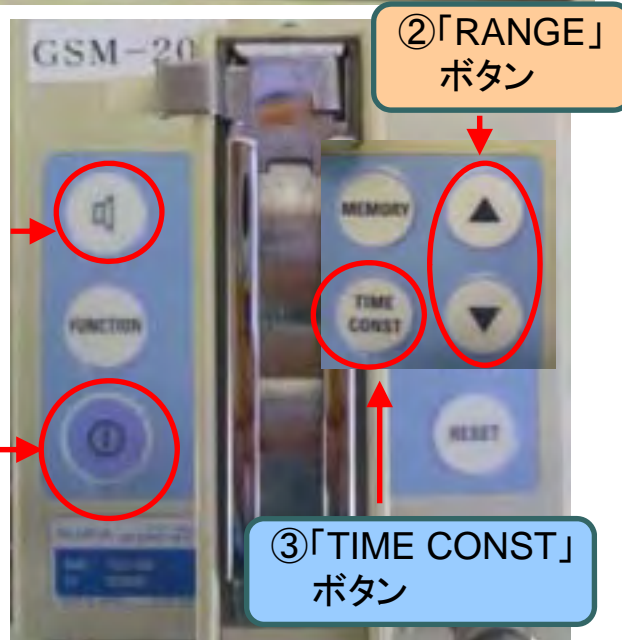
【アナログタイプ】





1. 放射線計測器の取扱い

【デジタルタイプ】



① 電源スイッチを約3秒長押し

自動でHV確認, バッテリーチェックを行う

② 測定レンジを任意のレンジにする

③ 「TIME CONST」(時定数)を切り換える [通常3秒]

④ 「SP」(モニタ音)ボタンON

⑤ メータ指示を読み取り



1. 放射線計測器の取扱い

① GSM使用上の注意事項

- a. GM管は衝撃に弱いので、取り扱いは慎重にし、落としたりぶつかけたりしないこと。
- b. 測定あるいは持ち運びの場合、必ず取っ手および本体を持ち、検出部には手を触れないこと。
- c. 未使用時は、必ず電源スイッチを「OFF」にしておくこと。



② 測定方法(直接法)

- a. 汚染サーベイメータの電源をONにし、測定可能状態にする。
- b. 時定数を設定する。(通常3秒)
- c. バックグラウンドを測定する。
(出入管理室で50cpm～80cpm程度)
- d. 汚染サーベイメータの**検出器を1秒間に1cm～2cm程度で移動させ測定する。**



1. 放射線計測器の取扱い

③ 算出方法

a. 検出限界値

汚染サーベイメータの指示値が、「**検出限界値未満**」であれば、汚染なし。

<算出式 時定数3秒の場合>

$$N_k(\text{cpm}) = 1.5 \left\{ 30 + \sqrt{900 + 80N_b(\text{cpm})} \right\}$$

バックグラウンド $N_b(\text{cpm})$	検出限界値 $N_k(\text{cpm})$
40	141
50	150
60	158
70	166
80	173
90	180
100	187

$N_k(\text{cpm})$: 検出限界値

$N_b(\text{cpm})$: バックグラウンド



1. 放射線計測器の取扱い

b. 表面汚染密度の算出

- ・ 計算による方法

$$A(\text{Bq}/\text{cm}^2) = \frac{N_G(\text{cpm}) - N_b(\text{cpm})}{2.5 \times 2.5 \times 3.14 \times n / 100 \times 60}$$

A	: 表面汚染密度
N_G	: 汚染サーベイメータの測定対象物の指示値(cpm)
N_b	: 汚染サーベイメータのバックグラウンド値(cpm)
$2.5 \times 2.5 \times 3.14$: 汚染サーベイメータの面積(cm^2)
$n/100$: 汚染サーベイメータの効率
60	: 分から秒への変換

- ・ 汚染サーベイメータ添付の換算定数による方法

$$A(\text{Bq}/\text{cm}^2) = \left\{ N_G(\text{cpm}) - N_b(\text{cpm}) \right\} \times K$$

K : 汚染サーベイメータ側面に添付の換算定数($\text{Bq}/\text{cm}^2/\text{cpm}$)

(参考) 大きさを表す単位 : S I 接頭辞

$10^3 \rightarrow k$ (キロ)	$10^{-3} \rightarrow m$ (ミリ)
$10^6 \rightarrow M$ (メガ)	$10^{-6} \rightarrow \mu$ (マイクロ)
$10^9 \rightarrow G$ (ギガ)	$10^{-9} \rightarrow n$ (ナノ)
$10^{12} \rightarrow T$ (テラ)	$10^{-12} \rightarrow p$ (ピコ)

1. 放射線計測器の取扱い

(4) パトロールサーベイメータ(PSM)

【使用時】



① 「右スイッチ」を3秒間押す。
音が鳴ると同時に、中央部LEDランプが点灯し、
約10秒で測定画面に移行する。
液晶表示が0. 0 μ Sv/hになる。

② 測定対象に「検出器マーク1(センサー部)」を向ける。

③ 「右スイッチ」を押すと、測定を開始し、液晶表示が
「----」の点滅表示となる。
約5秒後に測定値が表示(ホールド)される。

④ ホールドされた指示値を読み取り。

【終了時】

⑤ 電源をOFFにする時は、「左スイッチ」を2回連続で押す。
(ダブルクリック)

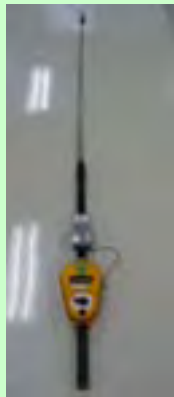
⑥ 液晶表示が「OFF」となるので、「右スイッチ」を押す。
さらに「OK?」と表示されるので、再度「右スイッチ」を押す。
(約2秒以内に電源が自動的にOFFとなる。)



1. 放射線計測器の取扱い

① PSM使用上の注意事項

(参考) テレテクタ
高線量当量率である
場合に遠方から測定



伸ばした状態

- a. 充電状態が「緑」であることを確認し、充電器から取り出す。
- b. **使用時は、PSM背面に「接触防止カバー」を取り付ける。**
- c. 表示桁は測定レンジに応じて、自動で切り替わる。

0.0~999.9 μ Sv/h
1000~9999 μ Sv/h
10.0~999.9mSv/h
OVER(1000mSv/h)
- d. 「左スイッチ」を押すとバックライトが点灯する。
(点灯時間:10秒)
- e. 左右どちらのスイッチも押されなかった時には、「20分」で自動的に電源がOFFとなる。
- f. 返却時は、「接触防止カバー」を取り外し、充電器にセットする。
- g. 電源OFF状態であっても内蔵バッテリーを消費するので、使用後は必ず充電すること。



1. 放射線計測器の取扱い

＜サンプリング設定時間の変更方法＞

通常は5秒で設定されている。

- ① 本体の「左スイッチ」を2回連続で押す。(ダブルクリック)
- ② 「左スイッチ」を3回押し、「SAMP」を表示させ、「右スイッチ」を押す。
- ③ 「ON」を表示させ、「右スイッチ」を押す。
- ④ 「左スイッチ」で数値を任意変更し、「右スイッチ」にて決定する。

※ 設定時間は5～60秒(5秒ステップで増加)



1. 放射線計測器の取扱い

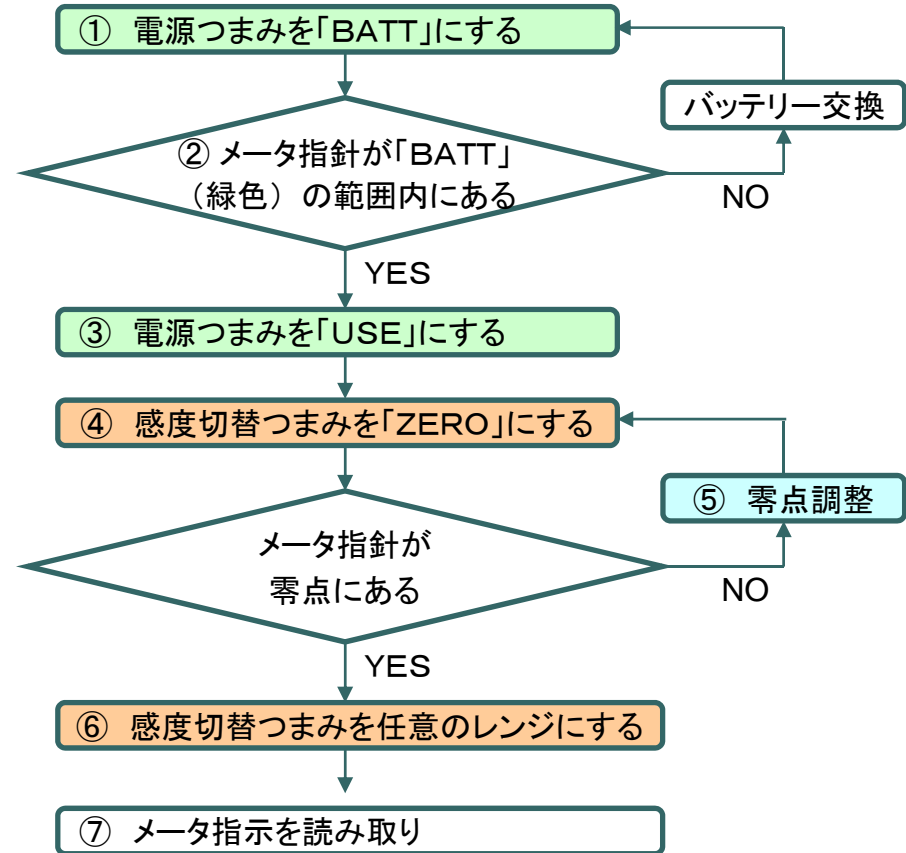
(5) 電離箱式サーベイメータ(ICM)



- ⑤ 零点調整
- ④⑥ 感度切替つまみ
- ①③ 電源つまみ



- ②
- ⑦





1. 放射線計測器の取扱い

① ICM使用上の注意事項

- a. 取扱いは慎重にし、落としたり、ぶつかけたりしないこと。
- b. 測定あるいは持運びの場合、必ず取っ手および本体を持ち検出部には手を触れないこと。
- c. 未使用時は、必ず電源スイッチを「OFF」にしておくこと。

② 使用方法

- a. 電離箱式サーベイメータの電源をONにし、測定可能状態にする。
- b. 線量当量率を読み取る。
(安定するまで位置をずらさないこと。)



2. 高線量防護具の脱着訓練

(1) 高線量防護具

○高線量対応防護服

- 重量 : 約 18 k g
- 数量 : 10 着





2. 高線量防護具の脱着訓練

(2) 高汚染防護具

○ 防護衣

- ・ タイベック
- ・ オーバーシューズ
- ・ 靴下
- ・ 綿手袋
- ・ ゴム手袋



○ アノラック





2. 高線量防護具の脱着訓練

○ セルフエアセット



○ ダストマスク

半面マスク



全面マスク

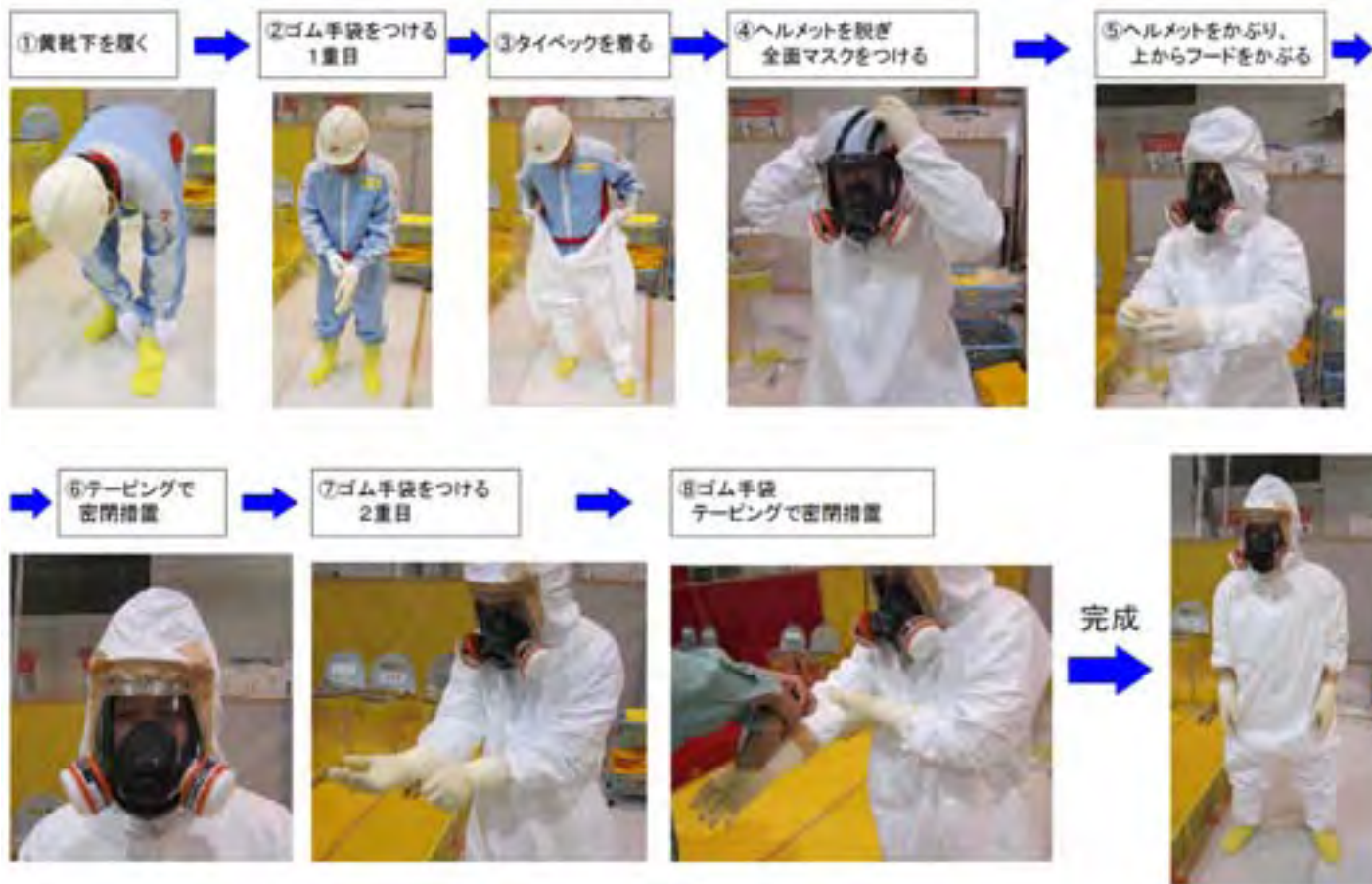




2. 高線量防護具の脱着訓練

(3) 高汚染防護具の脱着訓練

○タイベック着用手順





2. 高線量防護具の脱着訓練

○アノラック着用手順





2. 高線量防護具の脱着訓練

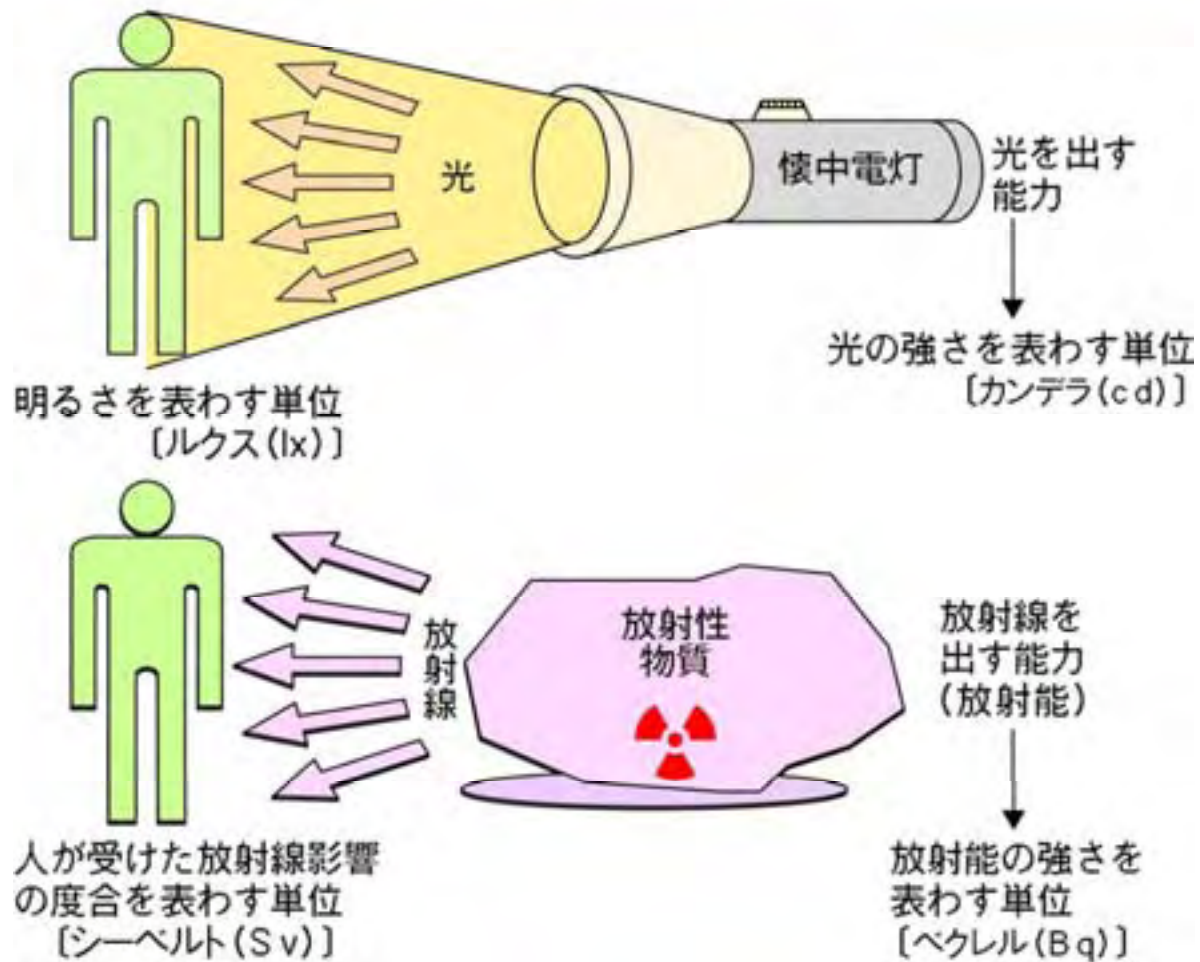
○アノラック・タイベック脱衣手順



放射線管理に関する講義
(放射線と放射能の違い)
(放射線の人体への影響)

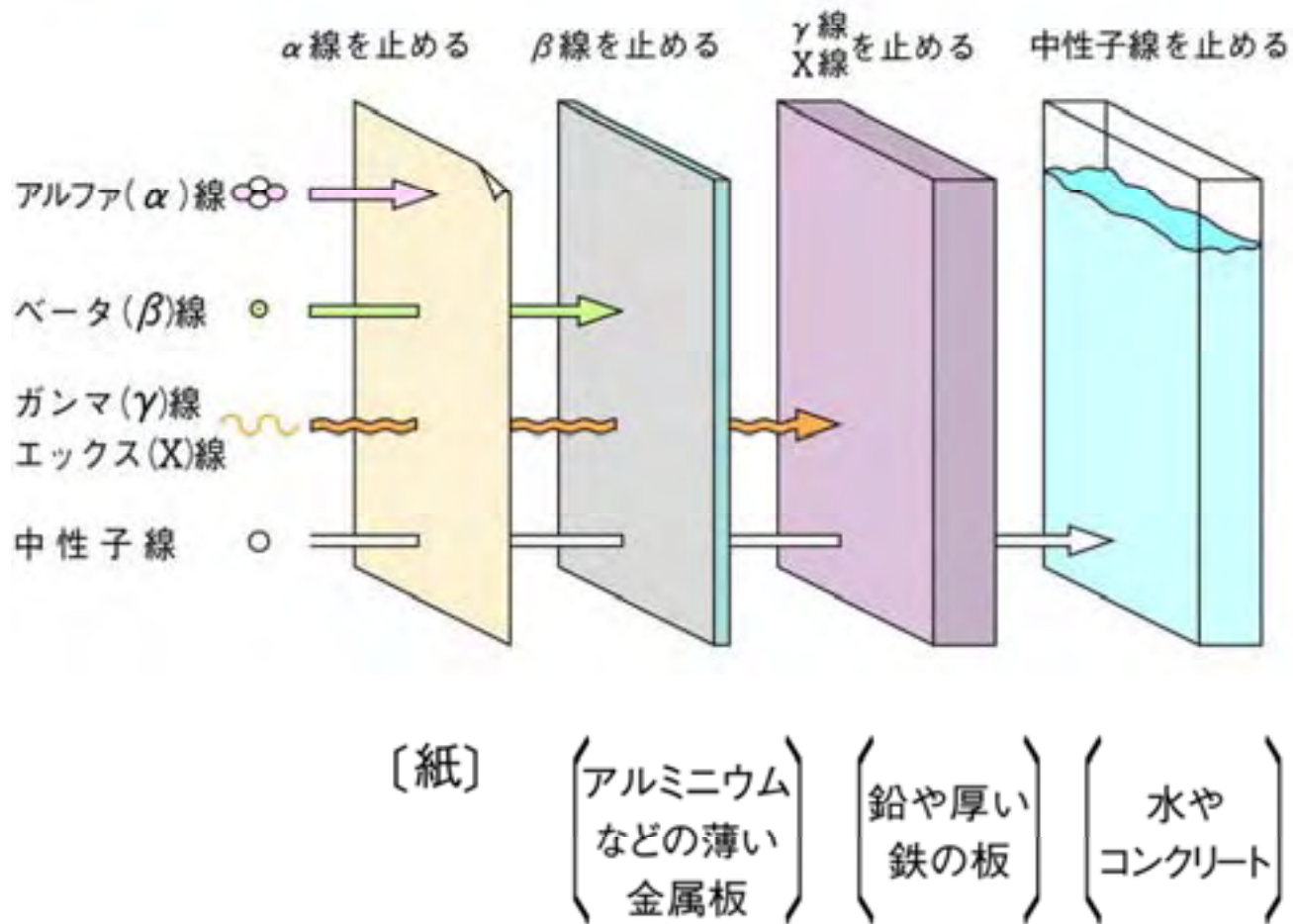
四国電力(株) 伊方発電所

放射能と放射線



・放射能を持つ物質を放射性物質という。

放射線の種類と透過力



出典：資源エネルギー庁「原子力2007」

・鉛マットや鉛エプロンは、γ線の遮蔽が目的。

被ばくと汚染

被ばくとは、放射線を受けることをいい、外部被ばくと内部被ばくの2つがある。

外部被ばく・・・放射性物質が身体の外にあり、そこから出された放射線を受けること

内部被ばく・・・放射性物質が身体の内に入り、そこから出された放射線を受けること

身体汚染とは、放射性物質が身体に付着することをいう。

外部被ばく



内部被ばく



身体汚染



- ・身体汚染すれば被ばくを伴う。一方、被ばくしたからといって、汚染しているとは限らない。
- ・被ばく線量が同じならば、外部被ばくも、内部被ばくも、人体への影響は同じ。

外部被ばくの防護

1. 線源の除去



- ・ 表面を除染する
- ・ 線量当量率の高い廃棄物等を作業場所の外に置く

2. 時間

$$[\text{線量}] = [\text{作業場所の線量率}] \times [\text{作業時間}]$$

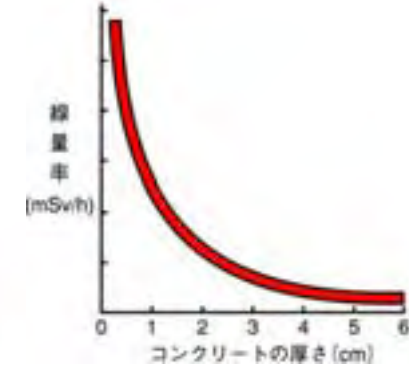
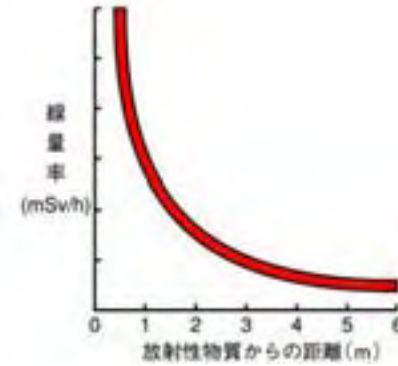
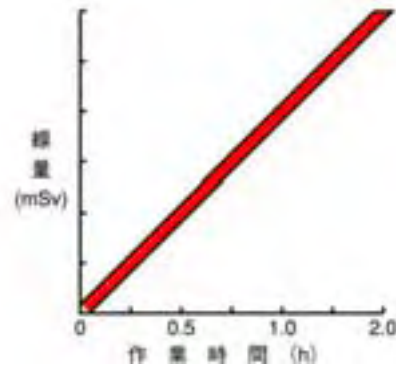


3. 距離

$$[\text{線量率}] = [\text{距離}]^2 \text{に反比例}$$



4. 遮蔽



内部被ばくの防護

1.汚染の除去



- ・点検機器表面や作業エリアを除染する
- ・点検エリアのシート養生を張り替える

2.保護衣の着用



- ・タイベック、手袋、靴カバー等
⇒身体汚染防止
(体内取込防止)
- ・マスク
⇒体内取込防止

3.飲食・喫煙の禁止



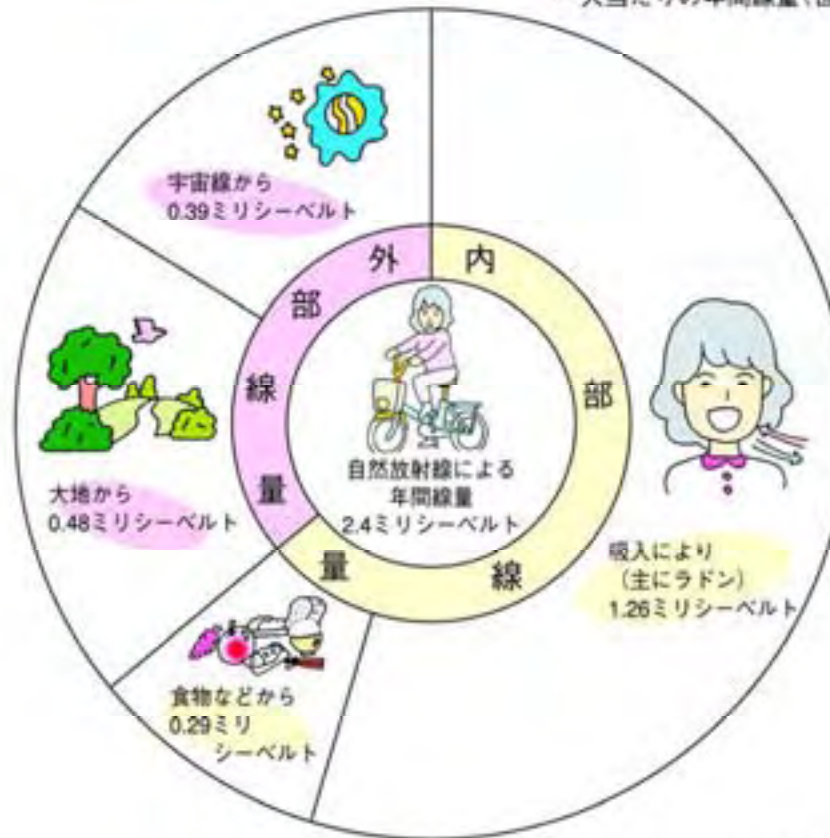
- ・給水所での給水は可能

4.傷口の確実な養生



自然放射線から受ける線量

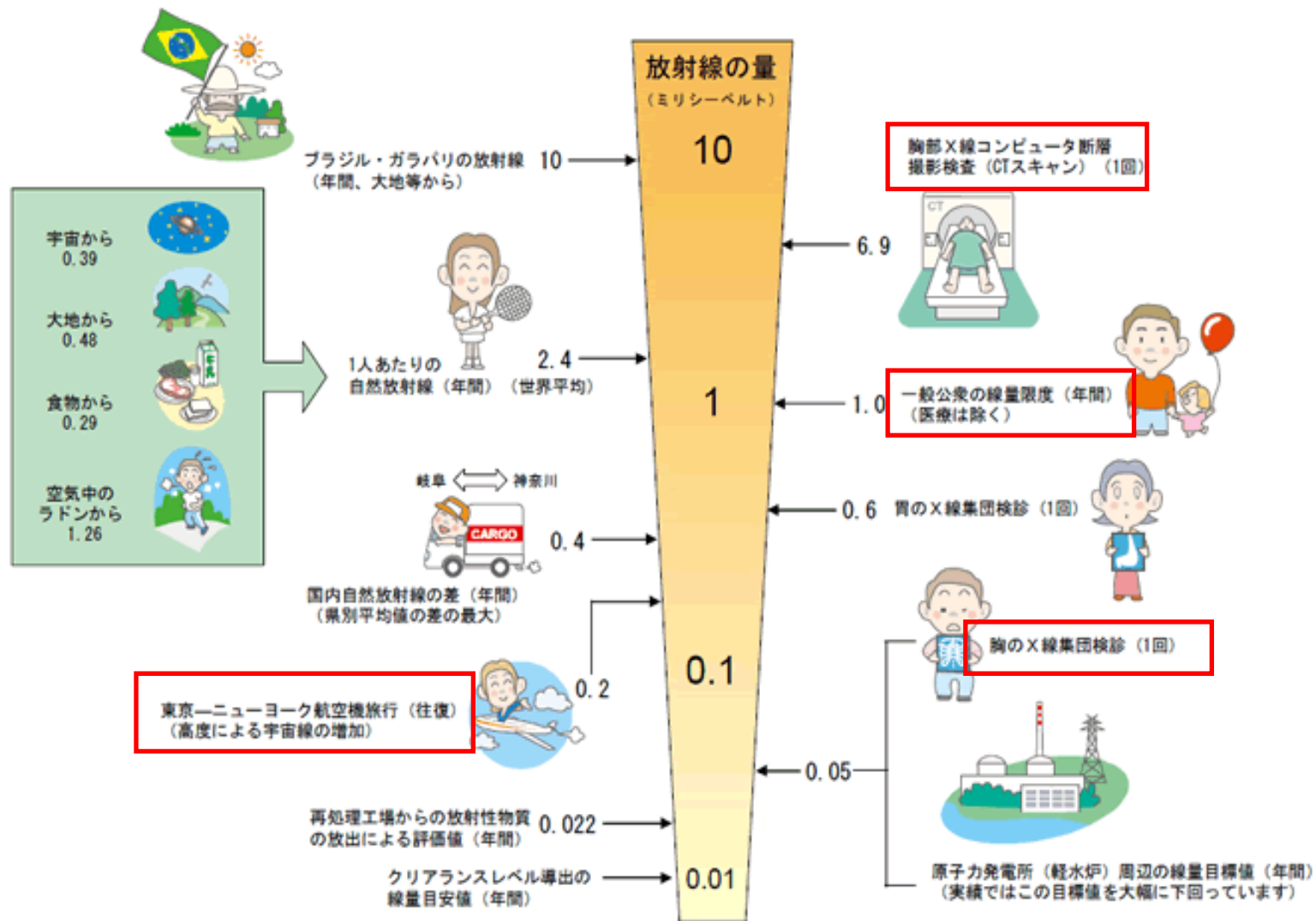
一人当たりの年間線量(世界平均)



出典：国連科学委員会(UNSCEAR)2000年報告

- ・我々は常時、自然放射線により被ばく(外部および内部)している。
- ・被ばく線量が同じならば、人工放射線も、自然放射線も、人体への影響は同じ。

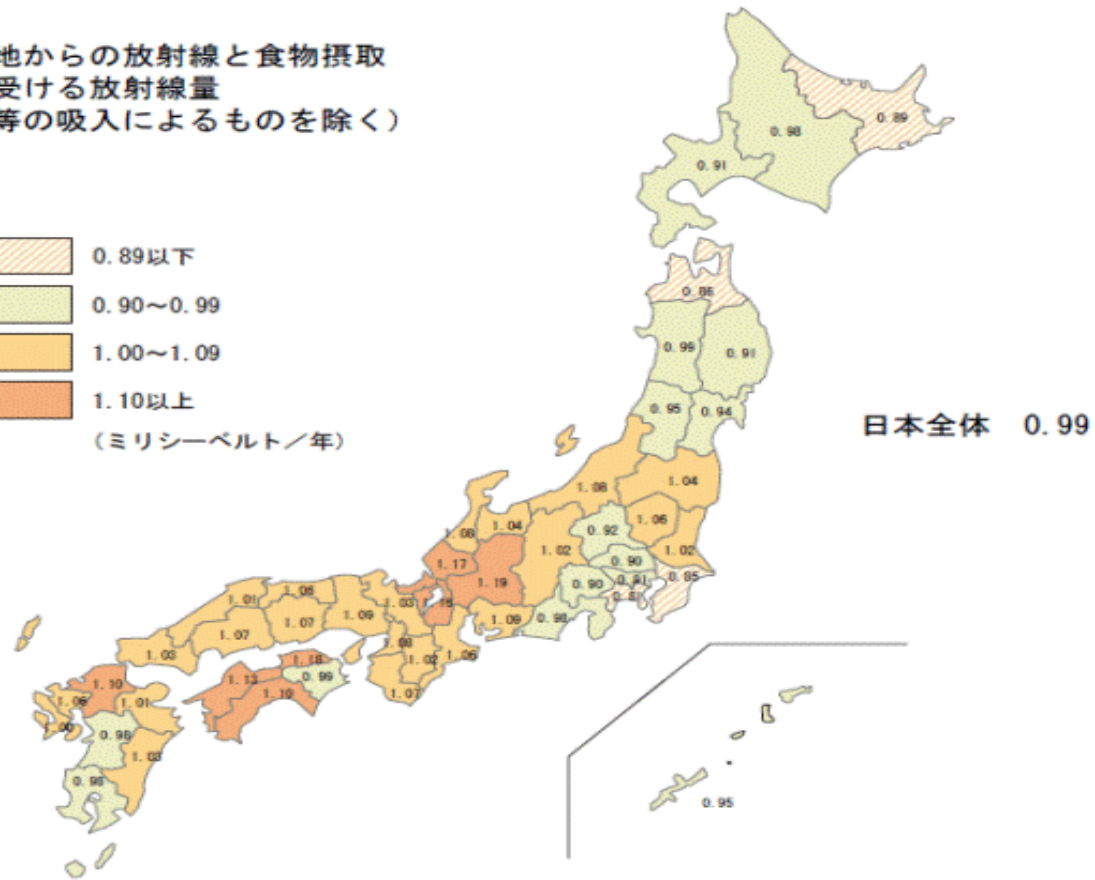
日常生活と放射線



出典: 資源エネルギー庁「原子力2010」他

全国の自然放射線量

宇宙、大地からの放射線と食物摂取
によって受ける放射線量
(ラドン等の吸入によるものを除く)



出典:資源エネルギー庁「原子力2010」

・西日本が高めなのは、放射性物質を多く含む花崗岩の岩盤が多いため。

体内、食物中の自然放射性物質

●体内の放射性物質の量
(体重60kgの日本人の場合)

カリウム40	4,000ベクレル
炭素14	2,500ベクレル
ルビジウム87	500ベクレル
鉛210・ポロニウム210	20ベクレル

●食物中のカリウム40の放射能量(日本)
(ベクレル/kg)



食品中の放射性物質の新たな基準値

東京電力福島第一原子力発電所の事故後、厚生労働省では、食品中の放射性物質の暫定規制値を設定し、原子力災害対策本部の決定に基づき、暫定規制値を超える食品が市場に流通しないよう出荷制限などの措置をとってきました。暫定規制値を下回っている食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全性は確保されています。しかし、**より一層、食品の安全と安心を確保するために、事故後の緊急的な対応としてではなく、長期的な観点から新たな基準値を設定しました（平成24年4月1日から施行）。**

新たな基準値の概要

放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限を、年間5ミリシーベルトから**年間1ミリシーベルト**に引き下げ、これをもとに放射性セシウムの基準値を設定しました。

放射性セシウムの暫定規制値（単位：ベクレル/kg）

食品群	野菜類	穀類	肉・卵・魚・その他	牛乳・乳製品	飲料水
規制値	500			200	200

※放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

放射性セシウムの新基準値（単位：ベクレル/kg）

食品群	一般食品	乳児用食品	牛乳	飲料水
基準値	100	50	50	10

※放射性ストロンチウム、プルトニウムなどを含めて基準値を設定

シーベルト：放射線による人体への影響の大きさを表す単位 ベクレル：放射性物質が放射線を出す能力の強さを表す単位

Q & A

Q1 セシウム以外の放射性物質は対象にしているの？

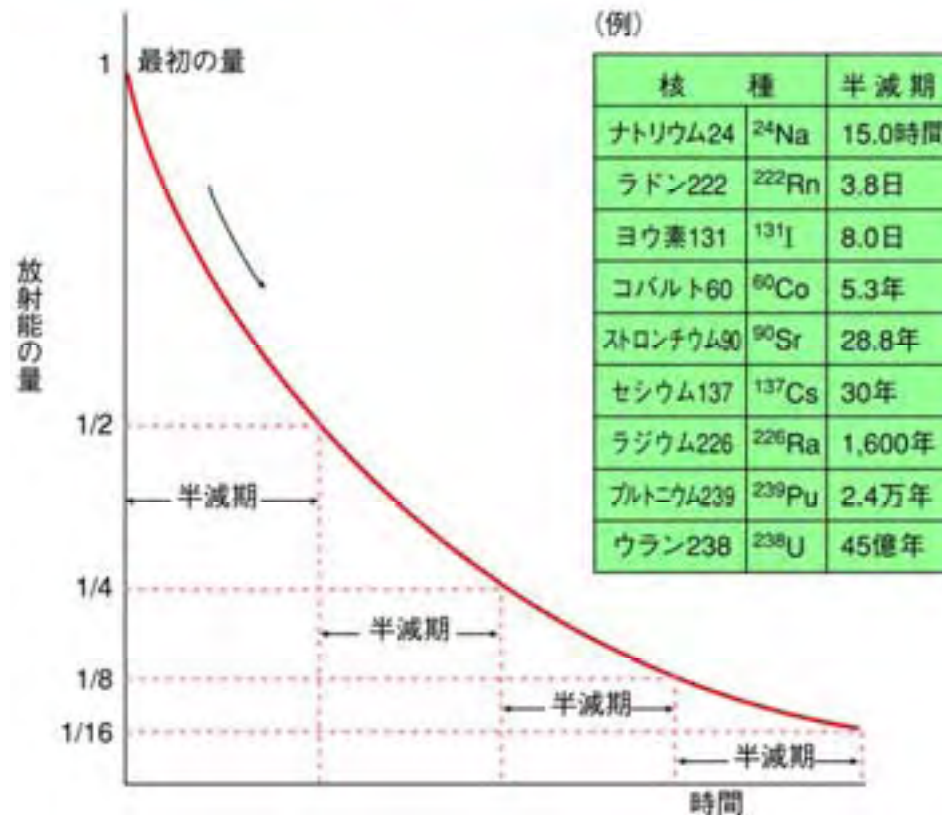
A1 今回の新たな基準値では、福島原発事故で放出された放射性物質のうち、半減期が1年以上のすべての放射性核種[®]（セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）を考慮しています。セシウム以外は、測定に非常に時間がかかるため、新たな基準値ではセシウムと他の核種の比率を用いて、すべてを含めても被ばく線量が1ミリシーベルトを超えないように設定しています。

※核種とは、元素の同位体を区別するための呼称です。核種のうち放射線を発するものを放射性核種といいます。

放射線のいろいろな利用



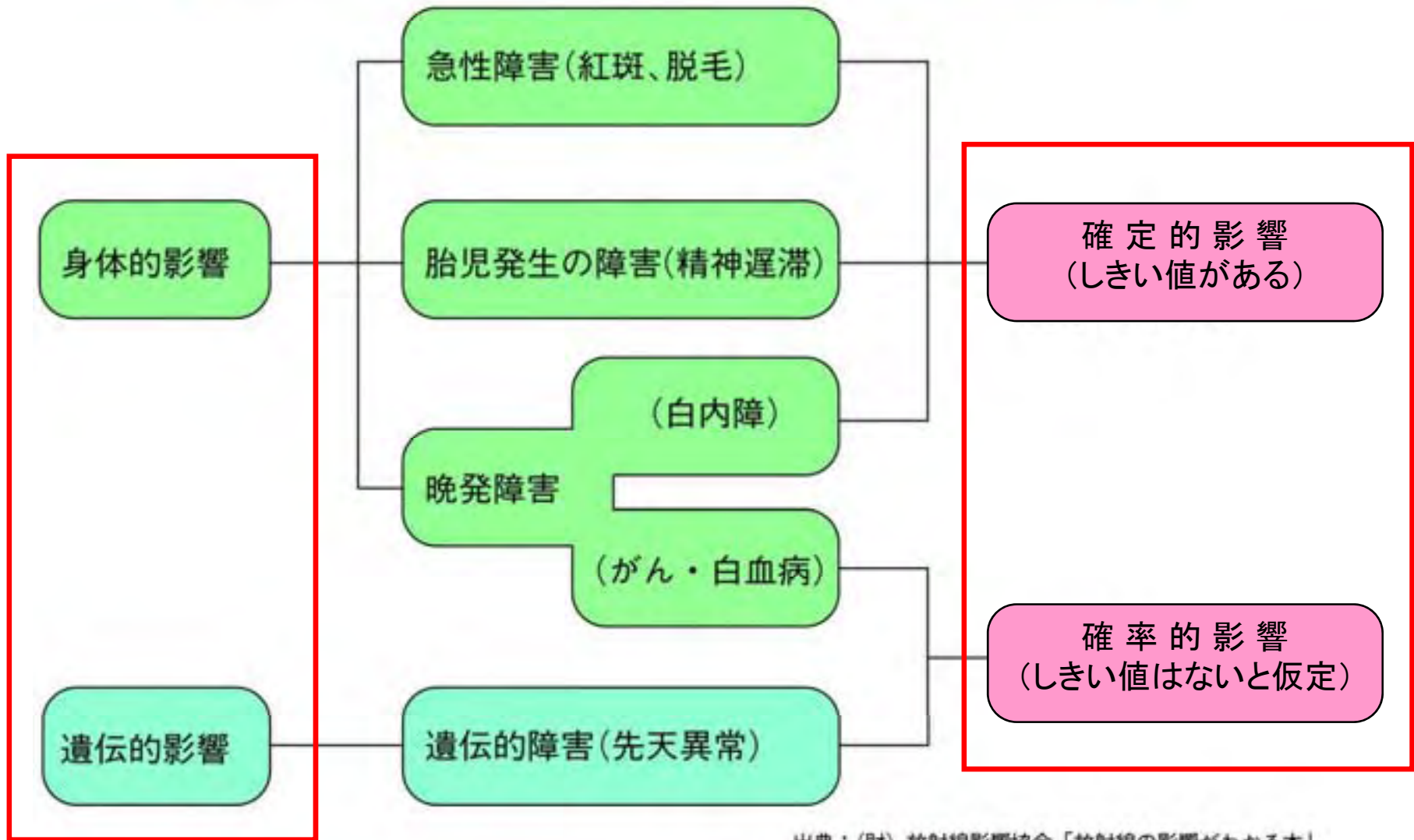
放射能の減り方



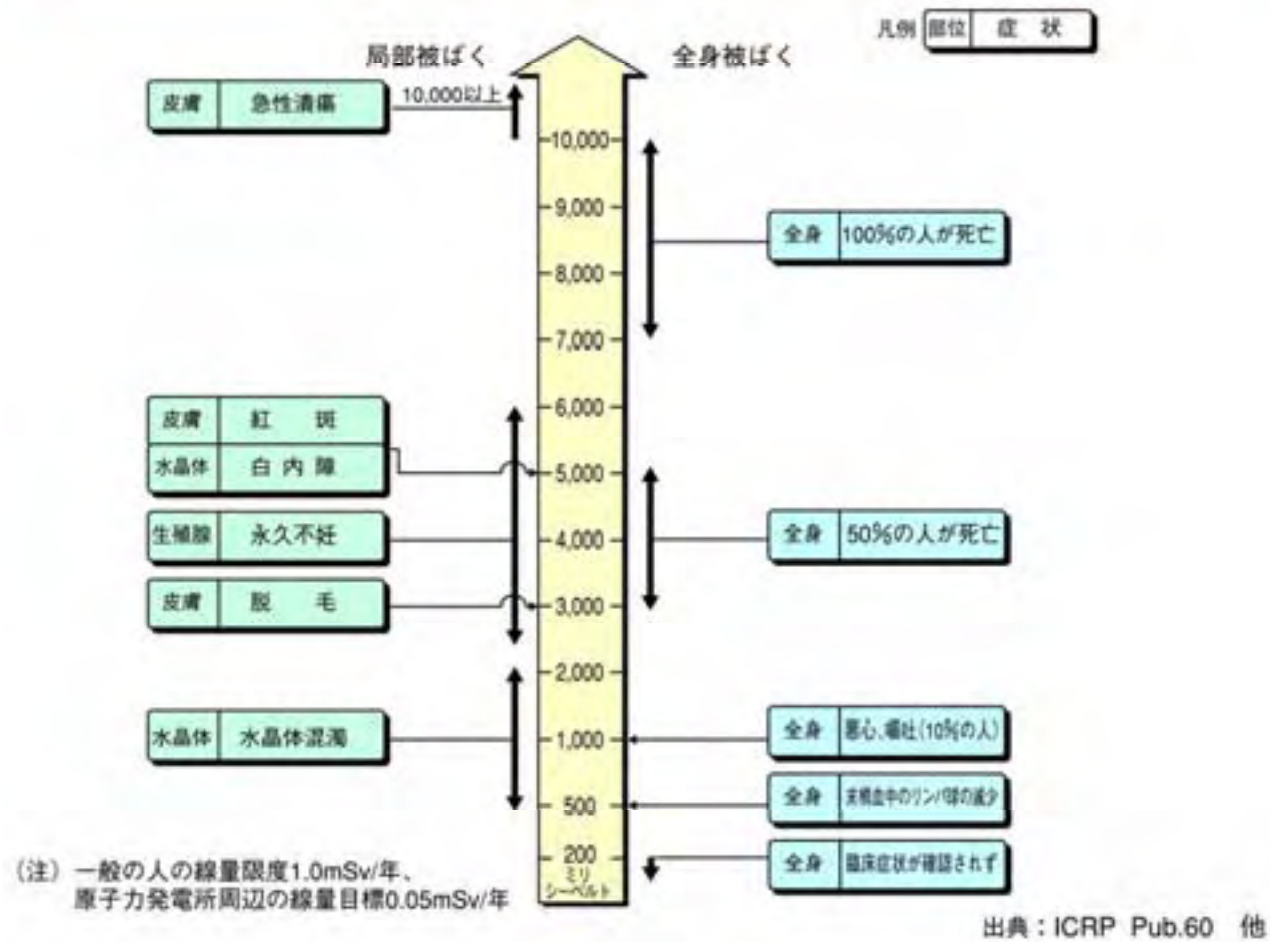
- ・「物理学的半減期」・・・崩壊によって放射能が半分になる時間(上図)
- ・「生物学的半減期」・・・体内に取込んだ物質が排泄などの放出によって半分になる時間
- ・「実効半減期」・・・体内の放射性物質が放出や崩壊によって半分になる時間

【例】ヨウ素131:約7日、セシウム137:約90日

放射線の人体への影響



急性の放射線影響

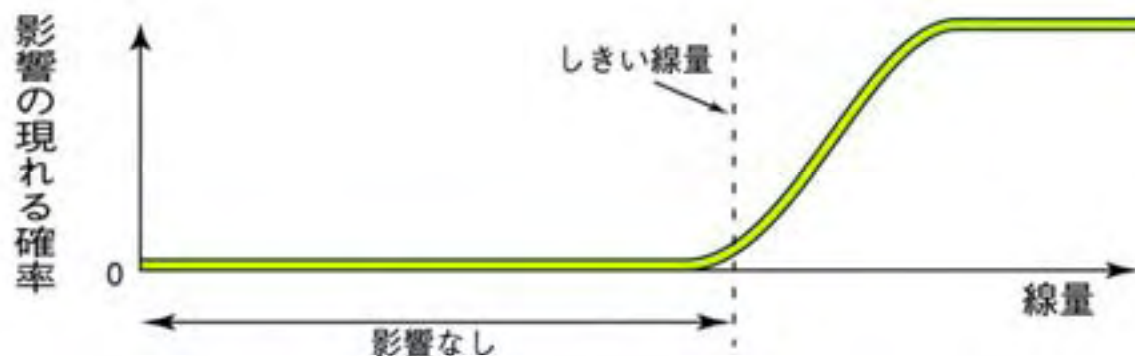


・疫学調査や動物実験などによると、現在のところ、大量に放射線を受けた場合にしか、放射線の影響は認められていない。

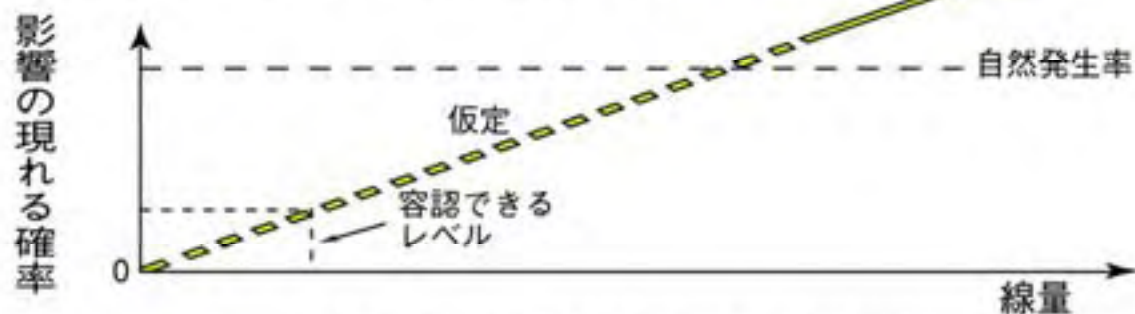
放射線防護の考え方

確定(非確率)的影響は、しきい線量以下に抑えることで影響をなくす。
確率的影響は、できるだけ線量を低くすることで影響を少なくする。

〔確定(非確率)的影響(脱毛・白内障など)〕



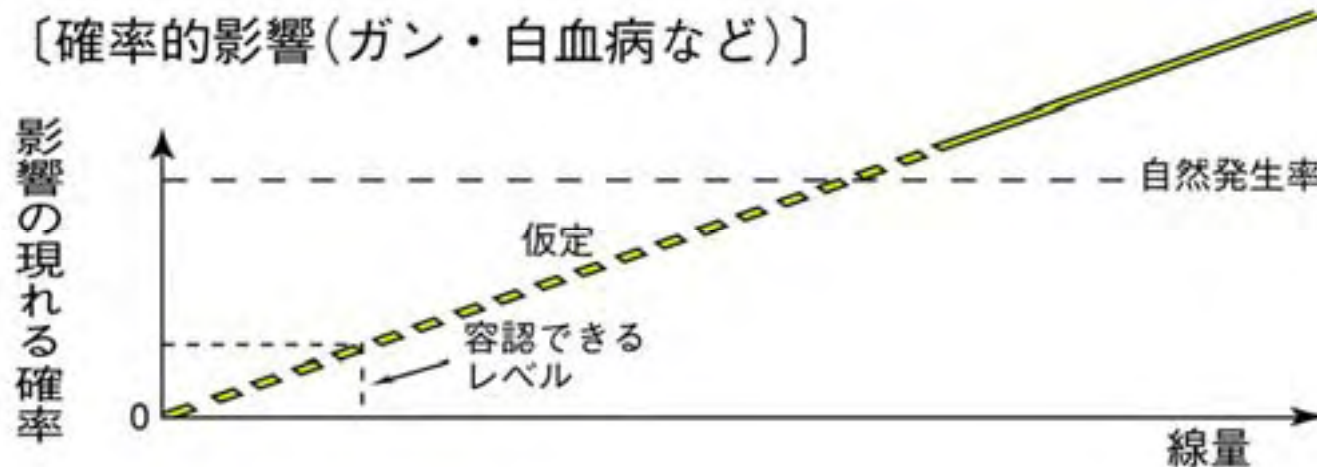
〔確率的影響(ガン・白血病など)〕



(注) しきい値…ある作用が反応を引き起こすか起こさないかの境の値のこと。

低線量被ばく

〔確率的影響(ガン・白血病など)〕



- ・確率的影響は、被ばく線量が多くなればなるほど、影響の現れる確率が高くなる。
- ・低線量(100mSv未満)の被ばくでは、自然発生率に埋もれ、どの程度の影響があるのかは確認できていない。
- ・低線量の被ばくの影響は分かっていないが、安全側に考えて、低線量域でも線量と比例するという「仮定」(LNT仮説)を採用している。
- ・がん発生率で見ると、100mSvの被ばくで、0.5%の発生率の上乗せがある、ということとしている(日本人のがん死亡率は約30%)。ただし、この数字は実証されているわけではなく、上記の仮説に従い試算されたものである。

線量限度

○ 線量限度（法令値）

区 分		線 量 限 度
実 効 線 量 限 度		① 100 mSv / 5年 (注1)
		② 50 mSv / 年度
		③ 女性 (注2) 5 mSv / 3ヶ月
		④ 妊娠中である女性 妊娠と診断されたときから出産までの間につき、内部被ばくについて1 mSv
等 価 線 量 限 度	眼の水晶体	150 mSv / 年度
	皮 膚	500 mSv / 年度
	妊娠中である女性の腹部表面	④に規定する期間につき2 mSv

(注1) 平成13年4月1日以後5年ごとに区分した各期間

(注2) 妊娠の可能性のない者、妊娠中である者を除く

- ・わが国の線量限度は、国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告を取り入れた値としている。
- ・線量限度は、自然放射線により受ける線量と医療行為から受ける線量を除外する。

緊急作業における線量限度

○ 緊急作業における線量限度（法令値）

（妊娠の可能性のある者，妊娠中である者を除く）

区 分		線 量 限 度
実 効 線 量 限 度		1 0 0 mS v
等 価 線 量 限 度	眼の水晶体	3 0 0 mS v
	皮 膚	1 0 0 0 mS v

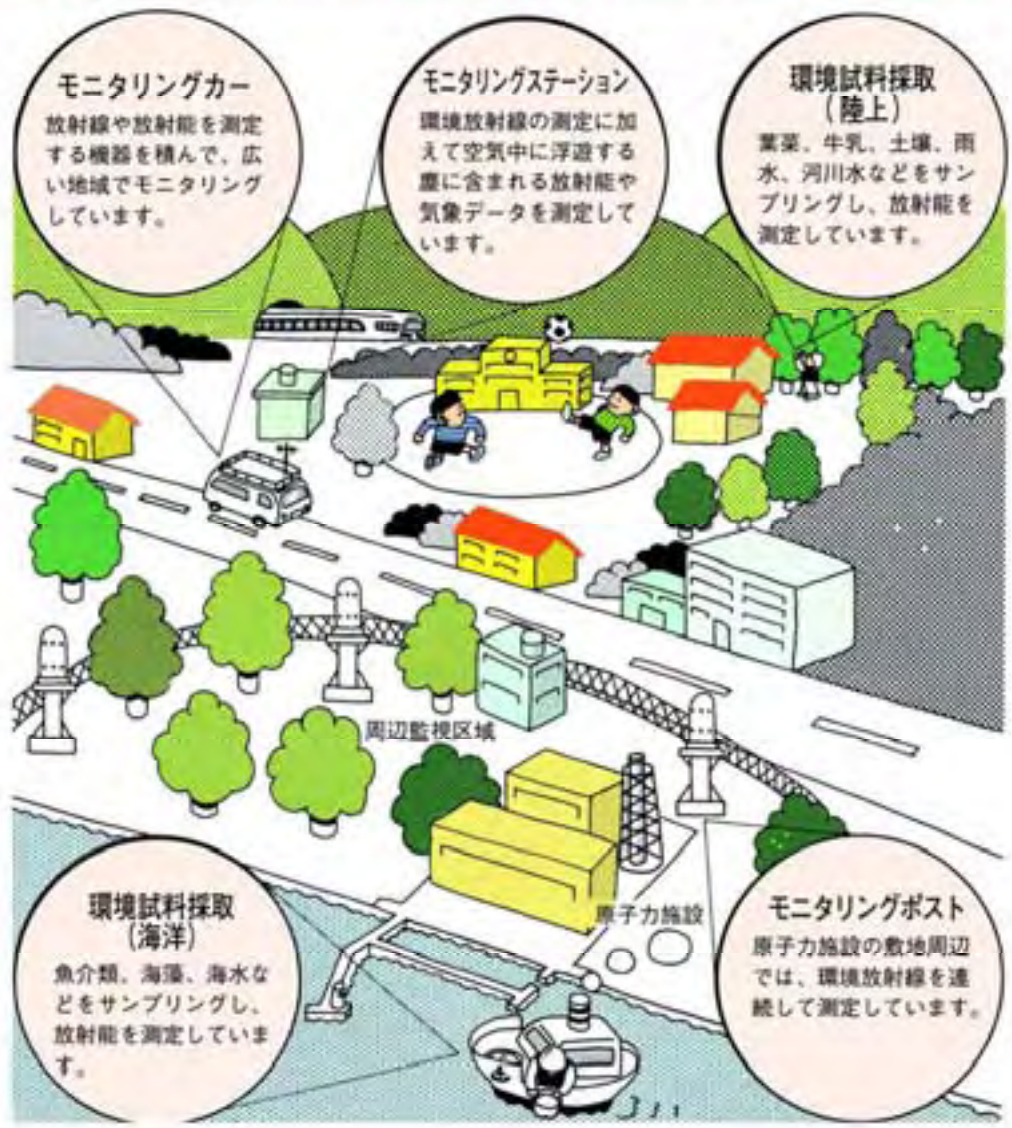
・緊急時の線量限度は、通常の線量限度における年度の限度の2倍に設定されている。

東電福一における線量限度の特例

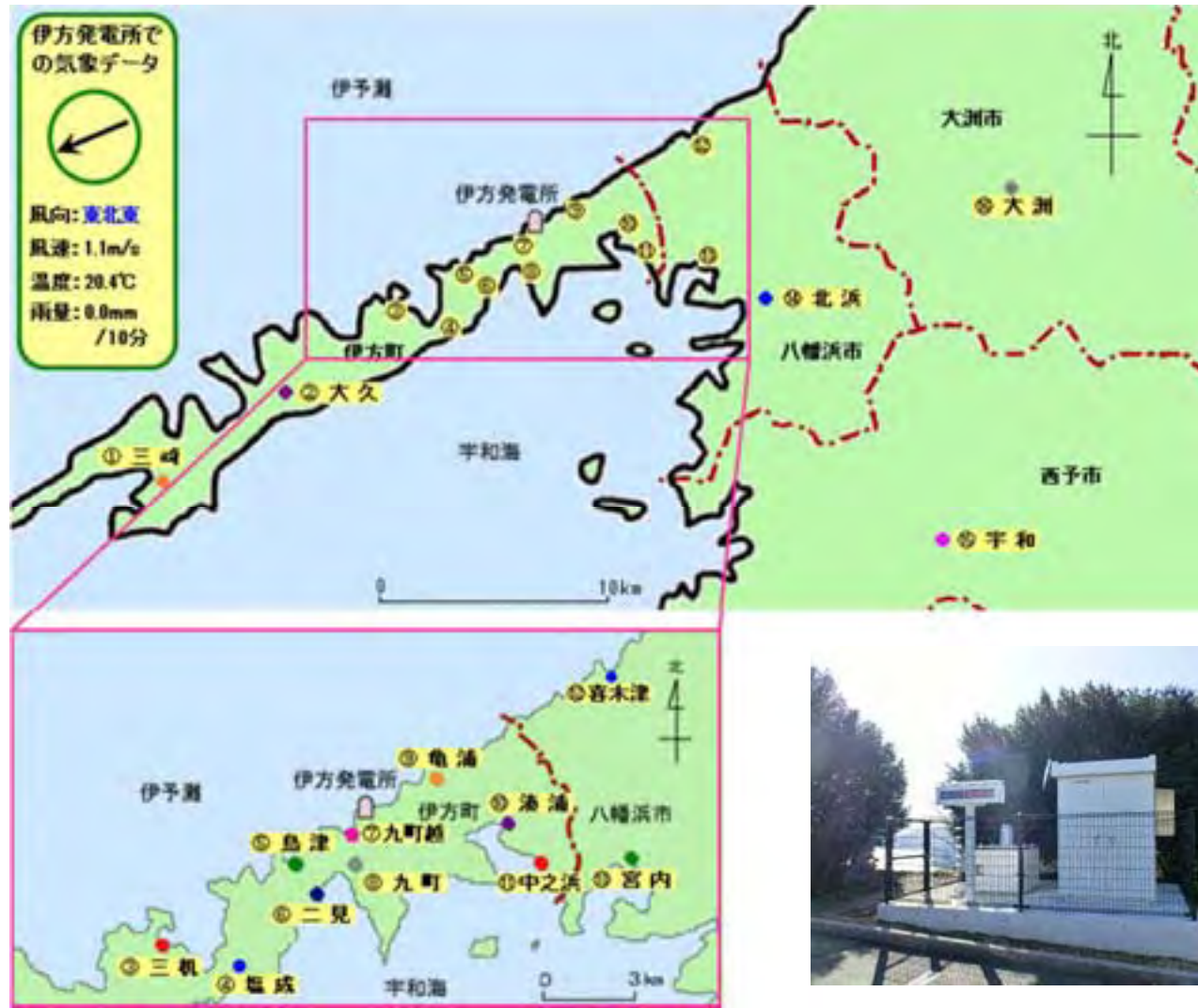
ステップ2終了後の被ばく限度の適用について		
3/14	11/1	ステップ2終了日
特例省令	改正特例省令 + 電離則第7条	電離則第4条・第7条 + 特例省令廃止省令の経過措置
緊急作業 期間中 250mSv (特例省令)	11/1 より後に 緊急作業 に従事 する者	<p>緊急作業期間中 100mSv (電離則第7条(緊急被ばく限度))</p> <p>原子炉冷却、放射性物質放出抑制 設備のトラブル対応作業従事者</p> <p>緊急作業期間中 250mSv(改正特例省令)</p>
	11/1 以前から 緊急作業 に従事し ていた者	<p>緊急作業期間中 250mSv (改正特例省令の経過措置)</p> <p>※ 総実人員約1万9千人のうち、 100mSv超の者は、162人 (うち東電社員は、135人)</p>
		<p>50mSv/年かつ 100mSv/5年 (電離則第4条 (通常被ばく限度))</p>
		<p>原子炉冷却、放射性物質放出抑制設備の 機能の維持のための作業従事者</p> <p>緊急作業期間中 100mSv(電離則7条)</p>
		<p>原子炉冷却、放射性物質放出抑制設備の機能の維持の ための作業の実施のために必要不可欠な高度な知識経験を 有する者で、100mSvを超える線量を被ばくした者</p> <p>H24.4.30までに限り、緊急作業期間中 250mSv (特例省令の廃止省令の経過措置)</p> <p>※ 東電の社員のみ(約50人)</p>

出典：厚生労働省ホームページ

原子力施設周辺の環境放射線モニタリング



四国電力の周辺モニタリングポスト



シンチレーションサーベイメータ

- ・ 線量当量率を測定
- ・ 環境レベル(低線量)の測定に使用



電離箱サーバイメータ

- ・ 線量当量率を測定
- ・ 比較的放射線レベルの高い場所の測定に使用



汚染密度測定用サーバイメータ

- ・ 表面汚染密度を測定



【アナログ式】



【デジタル式】



東電福一で生じた問題と伊方での対策 (被ばく管理の観点から)

項目	福島第一発電所での問題	伊方発電所の対策
①被ばく管理部門の要員が不足した	<ul style="list-style-type: none"> 被ばく線量集計に大幅な遅れが出た 作業計画作成体制が整わず、提出された作業届にも不備が多かった 	<ul style="list-style-type: none"> 伊方技術支援班の業務を本店技術支援班が支援できる体制を構築
②津波による浸水により、ほとんどのAPDが使用不能となった	<ul style="list-style-type: none"> 事故当初は代表者測定を実施 →後に問題に 	<ul style="list-style-type: none"> 予備のAPD(電池式)を配備 個人線量計について、他社からの融通を受けられるよう原子力事業者間協力協定を締結
③地震等により線量管理システムが使用不能となった	<ul style="list-style-type: none"> 手書きによる線量管理を実施 →記載内容の不備、不正確のため、名寄せ作業が困難を極めたとともに、連絡先不明者が発生した 労働者への被ばく線量通知ができなくなった 	<ul style="list-style-type: none"> 線量管理バックアップシステムを導入 手書きによる管理手順を策定 バックアップシステムによる管理手順を策定 手書きで被ばく線量管理を行うための訓練を実施 バックアップシステムで被ばく線量管理を行うための訓練を実施
④電源喪失および汚染によりWBCが使用不能となり不足したとともに、内部被ばく評価方法の策定に時間を要した	<ul style="list-style-type: none"> WBC測定に大幅な遅れが出た →内部被ばくを外部被ばくと合算した結果、緊急時の線量限度250mSvを超えた者が6名発生した 	<ul style="list-style-type: none"> コンテナ式WBCを導入 緊急時の内部被ばく評価方法を策定 WBCについて、他社からの融通を受けられるよう原子力事業者間協力協定を締結
⑤マスクや長靴等の保護衣を適切に着用せず、内部被ばくや皮ふ被ばくに繋がった	<ul style="list-style-type: none"> マスクの未着用および不適切な着用で、内部被ばくした者が発生した 水を扱う作業等において、皮ふ被ばくや被水による汚染をした者が発生した 	<ul style="list-style-type: none"> 防災教育にて、保護衣・計測器の取扱い訓練を実施 MTCに後方支援拠点用放管資機材一式を配備(運用見直し中) 緊急時対策所、3号機中央制御室の放管資機材を増備(検討継続中) 放管資機材について、他社からの融通を受けられるよう原子力事業者間協力協定を締結

東電福一を踏まえた伊方での対策 (放射線管理関係)

電池式APDの
増備



線量集計バックアップ
システムの配備



コンテナ式WBC
の配備



放管資機材の増備



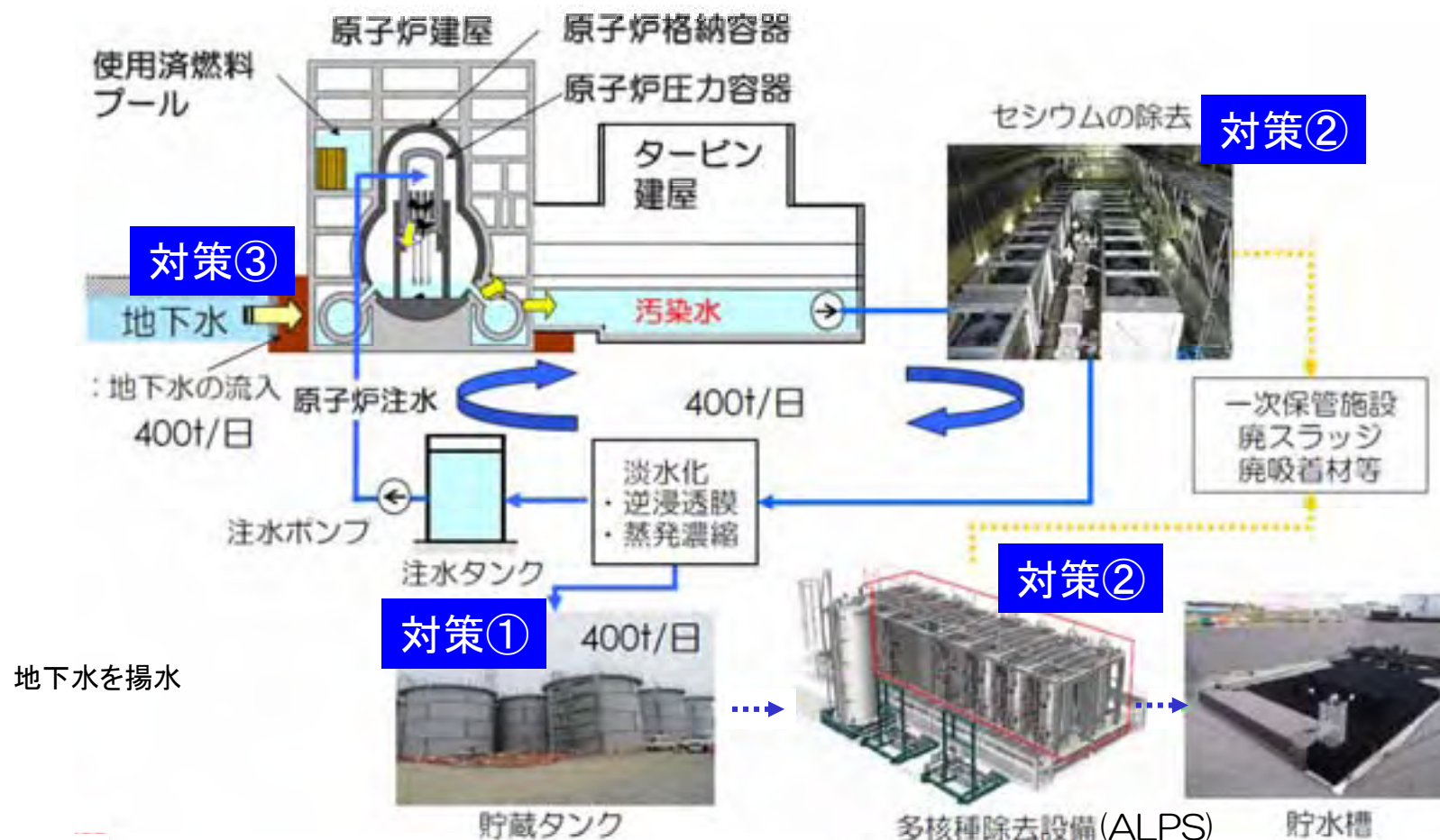
福島第一原子力発電所の 汚染水の現状と対策について

電気事業連合会

1. 事故発生以降の汚染水対策について	...	3	~	10
2. 最近の事象 その1				
「タービン建屋東側汚染水の海洋への流出」	...	11	~	19
3. 最近の事象 その2				
「汚染水貯留タンクからの汚染水の漏えい」	...	20	~	24
4. 最近の状況	...	25	~	30

1. 事故発生以降の汚染水対策について

壊れた原子炉の冷却と地下水の流入



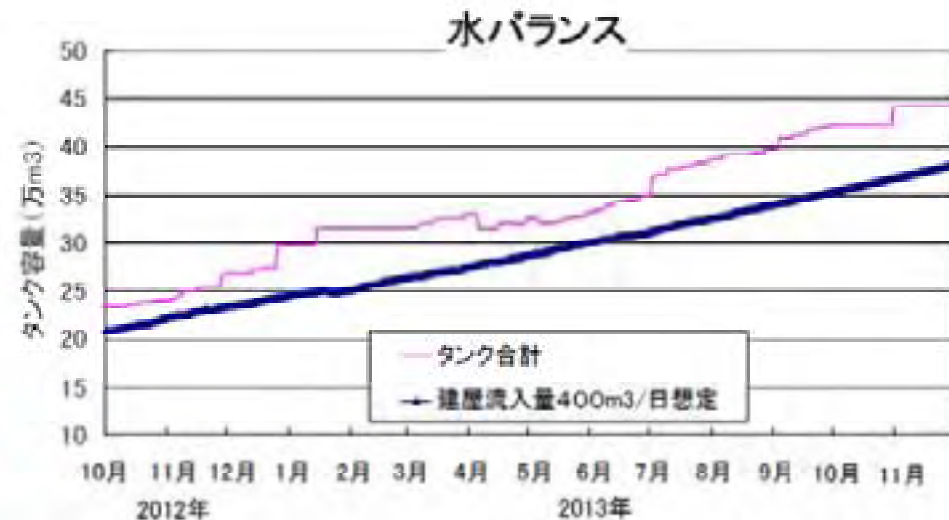
対策① 汚染水をためる(⇒タンクに貯留する)

対策② 汚染水をきれいにする(⇒放射能を除去する)

対策③ 汚染水を増やさない(⇒地下水の流入を減らす)

①汚染水をためる対策

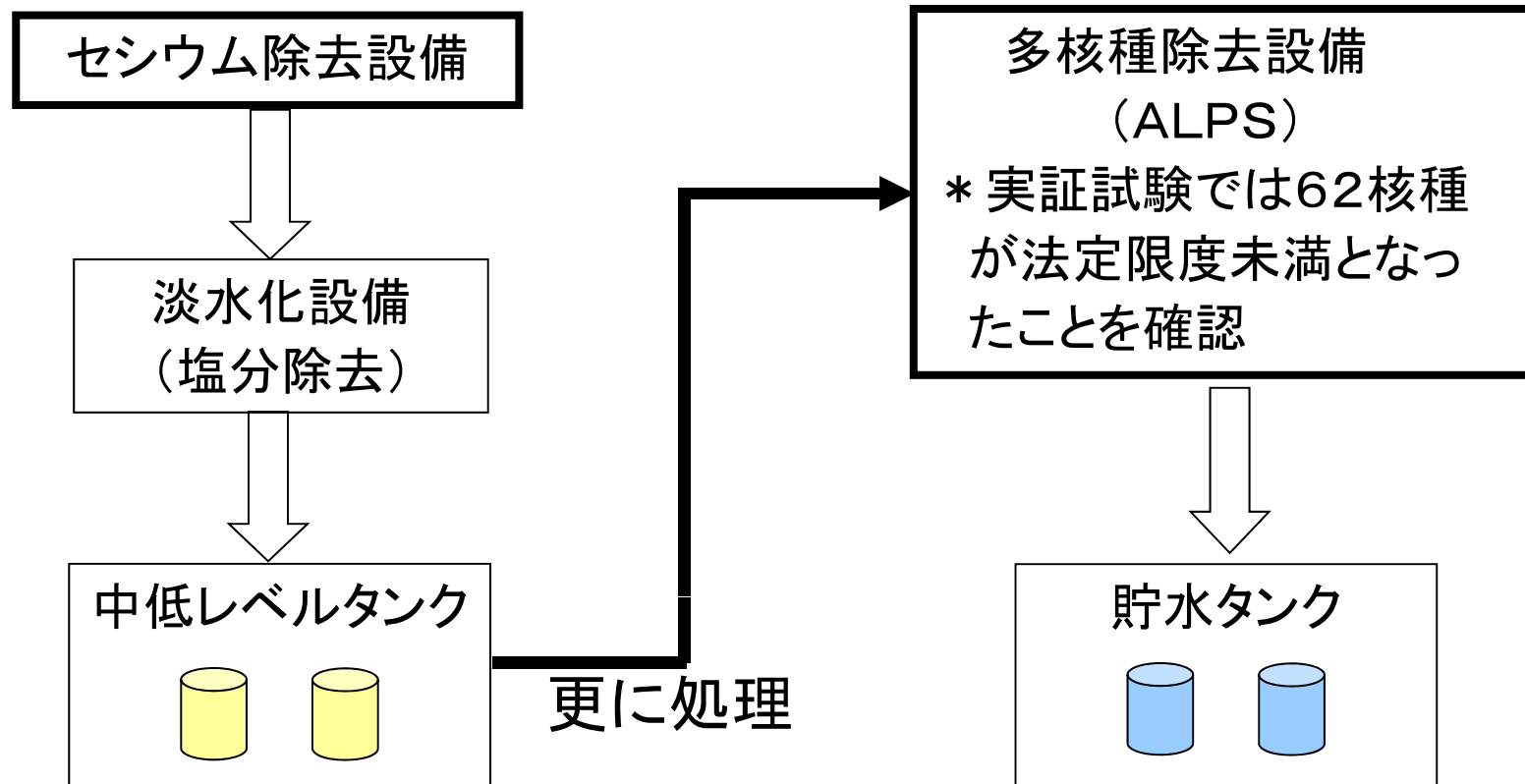
- 総貯蔵容量は約40万 m^3
- 総貯蔵量は約34万 m^3
- 80万 m^3 までの増設計画



②汚染水をきれいにする対策

○現在の処理設備はセシウム除去を主目的としている。

○汚染水中の放射性物質(トリチウムを除く)を除去するための多核種除去設備を新たに設置。

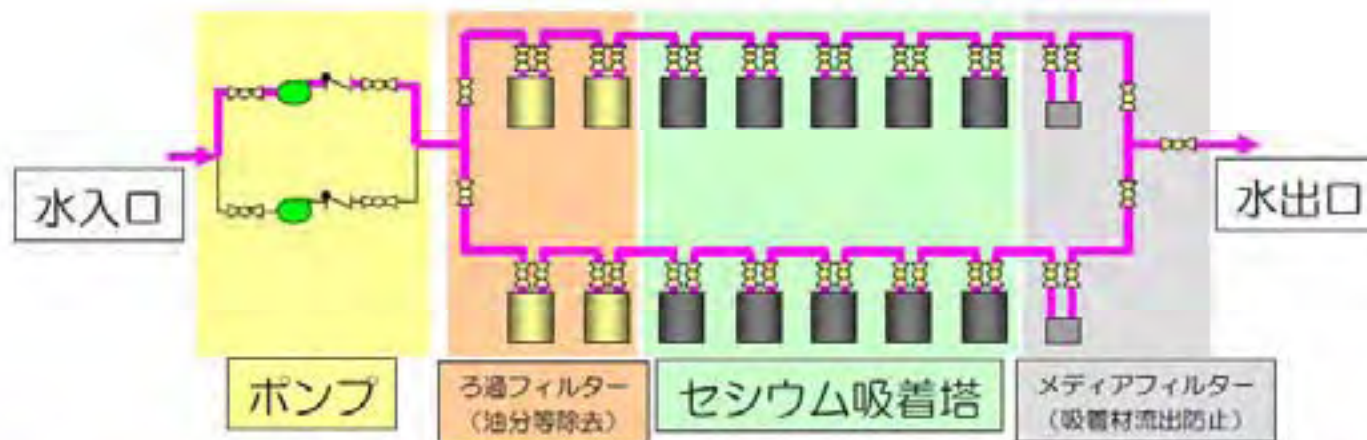


②汚染水をきれいにする（セシウムの除去）対策

7

○使用開始時期:2011年6月17日(キュリオン)、8月19日(サリー)

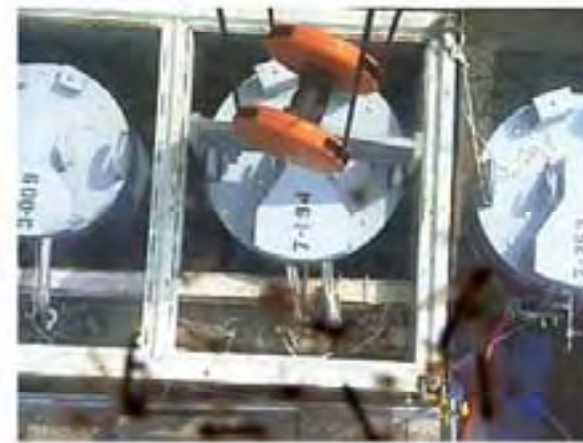
○処理量:1,200m³/日



吸着塔 (ベッセル)



ベッセル搬入状況



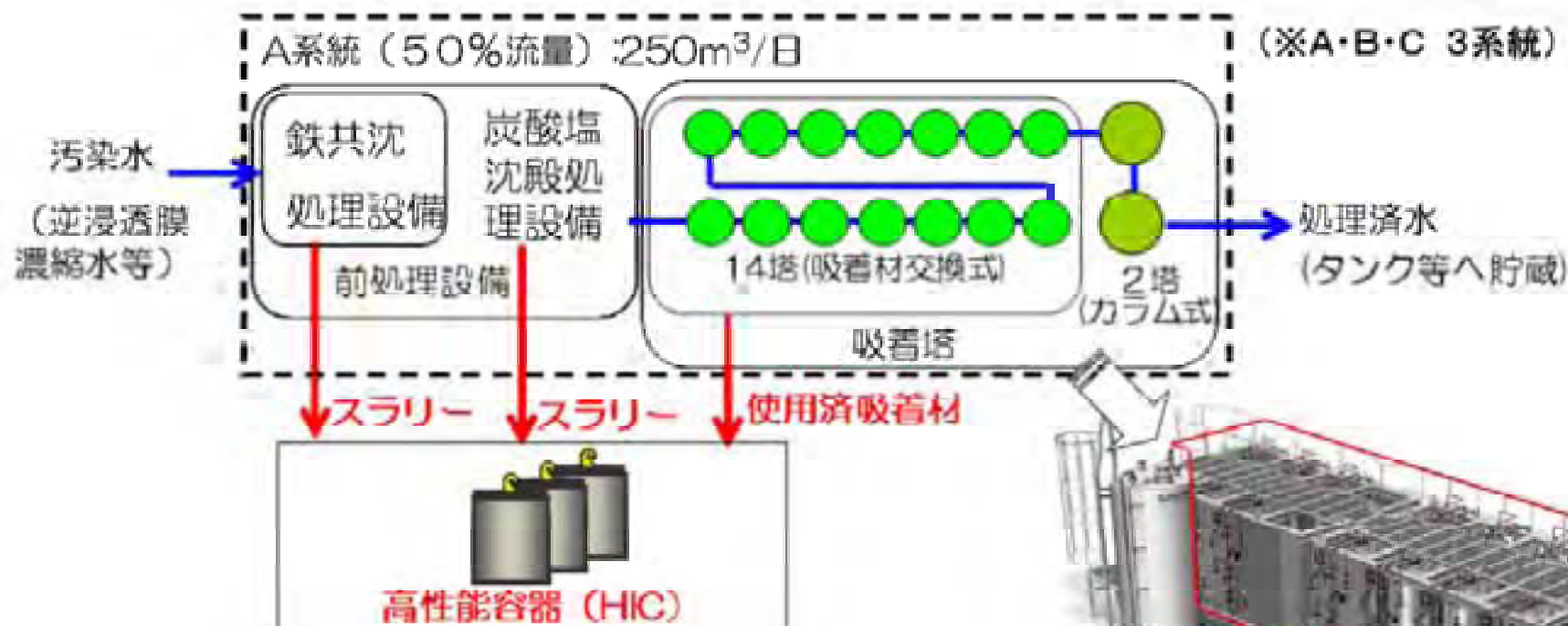
ベッセル交換

②汚染水をきれいにする(ストロンチウムなど多核種の除去)対策

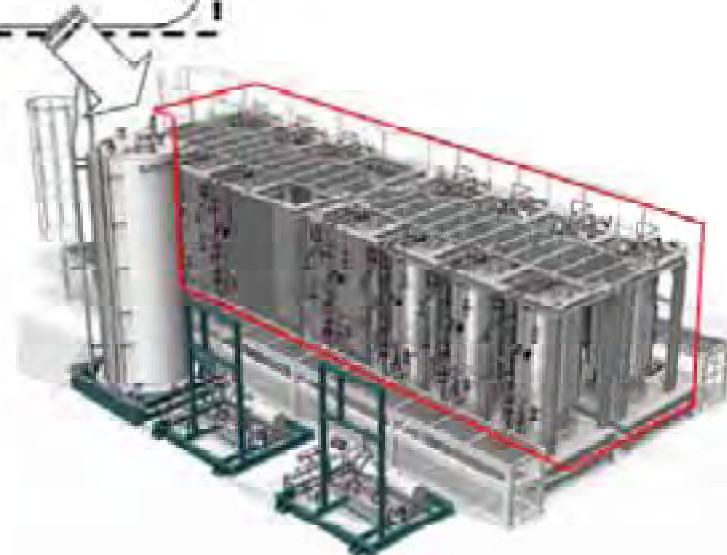
8

○汚染水中の放射性物質(トリチウム除く)を除去(ALPS)

○放射性物質を含む水を用いた試験を実施中

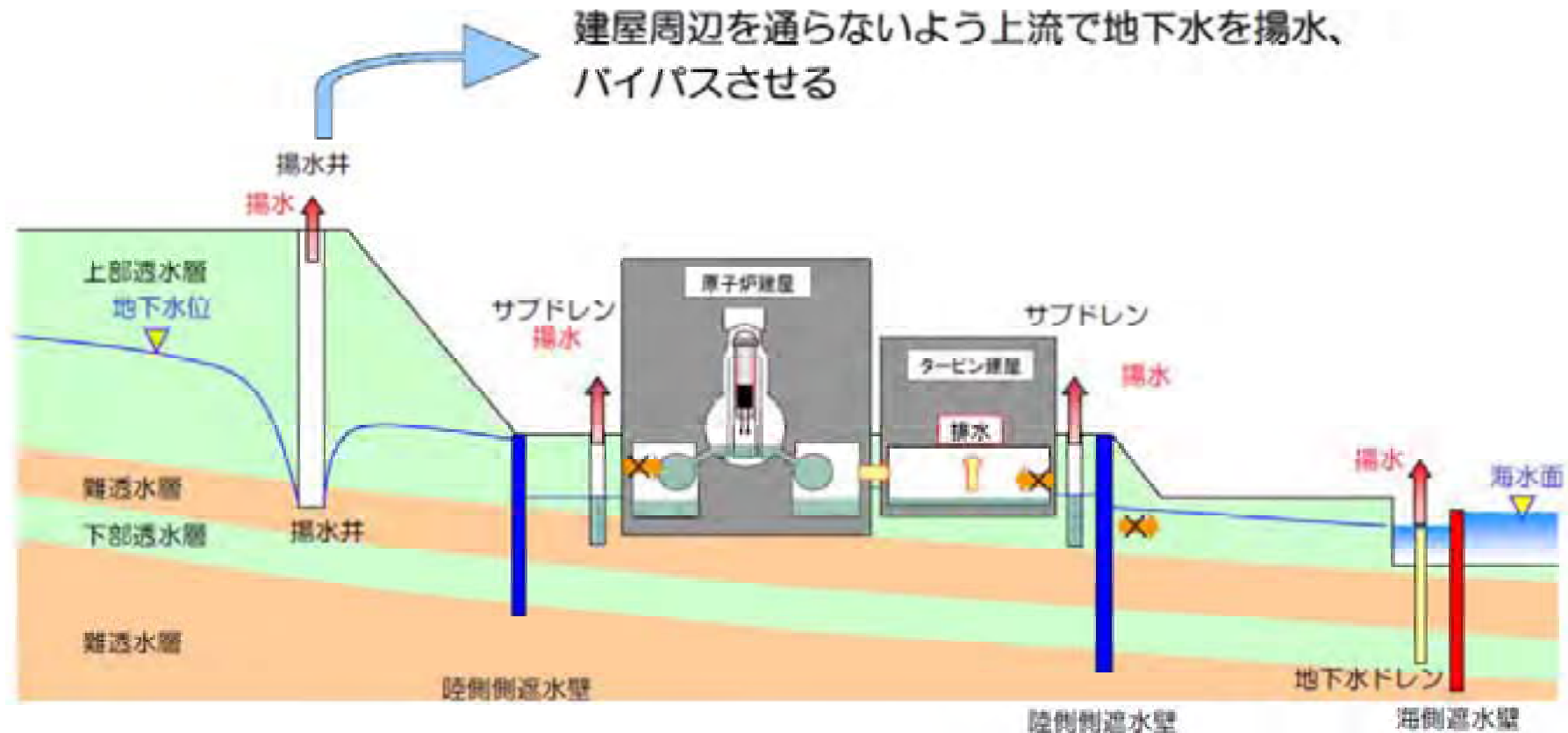


●実証試験では、62核種が法定濃度
限度未満となったことを確認。



③汚染水を増やさない対策

- 地下水を汚染する前に井戸から汲み上げる。
- 地下水位を下げることで、建屋内への地下水の流入を抑制
- 陸側遮水壁により、地下水の流入を抑制



③汚染水を増やさない対策(地下水バイパス施工状況)

10



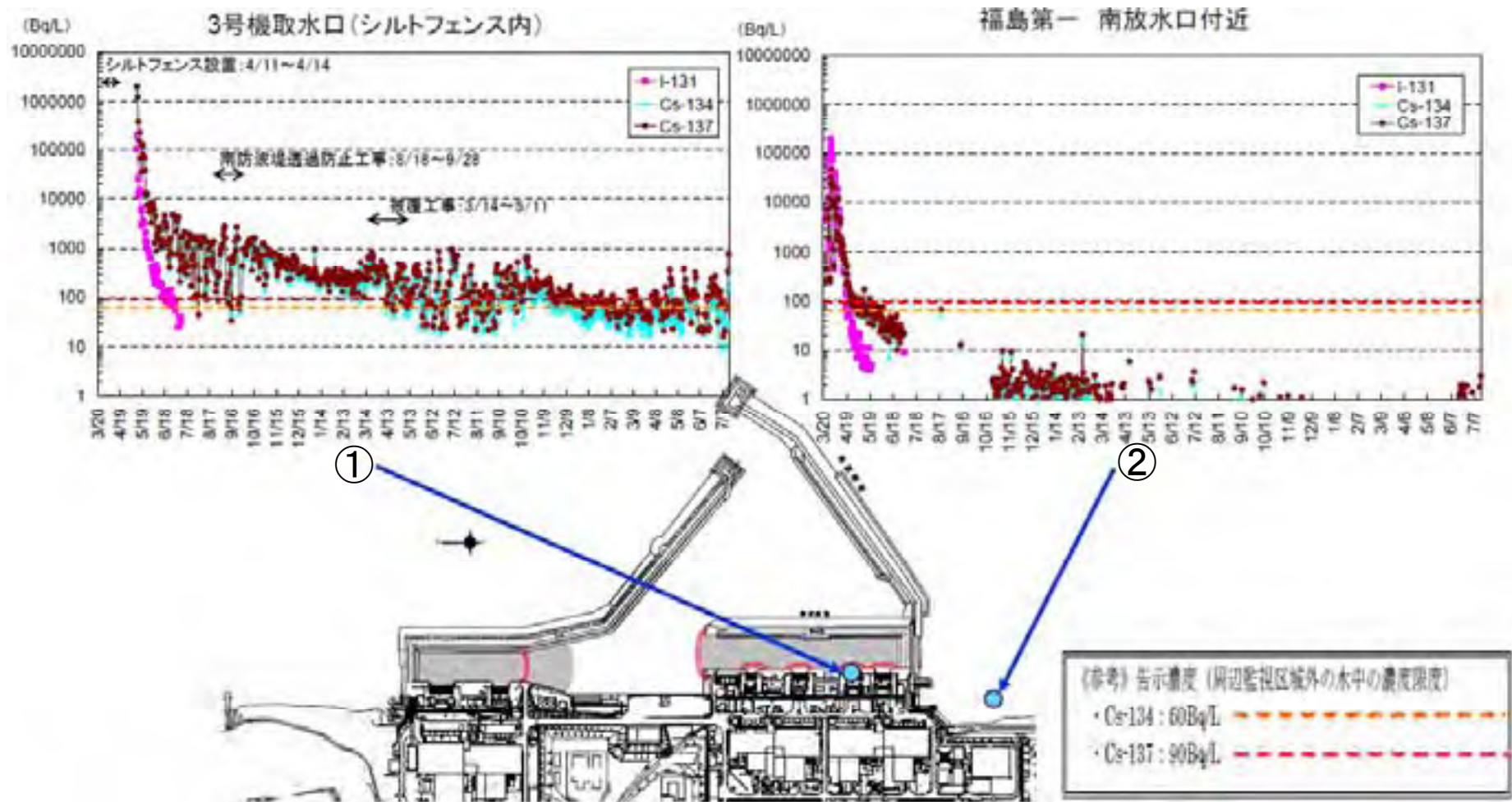
2. 最近の事象 その1

「タービン建屋東側汚染水の海洋への流出」

(6月19日)

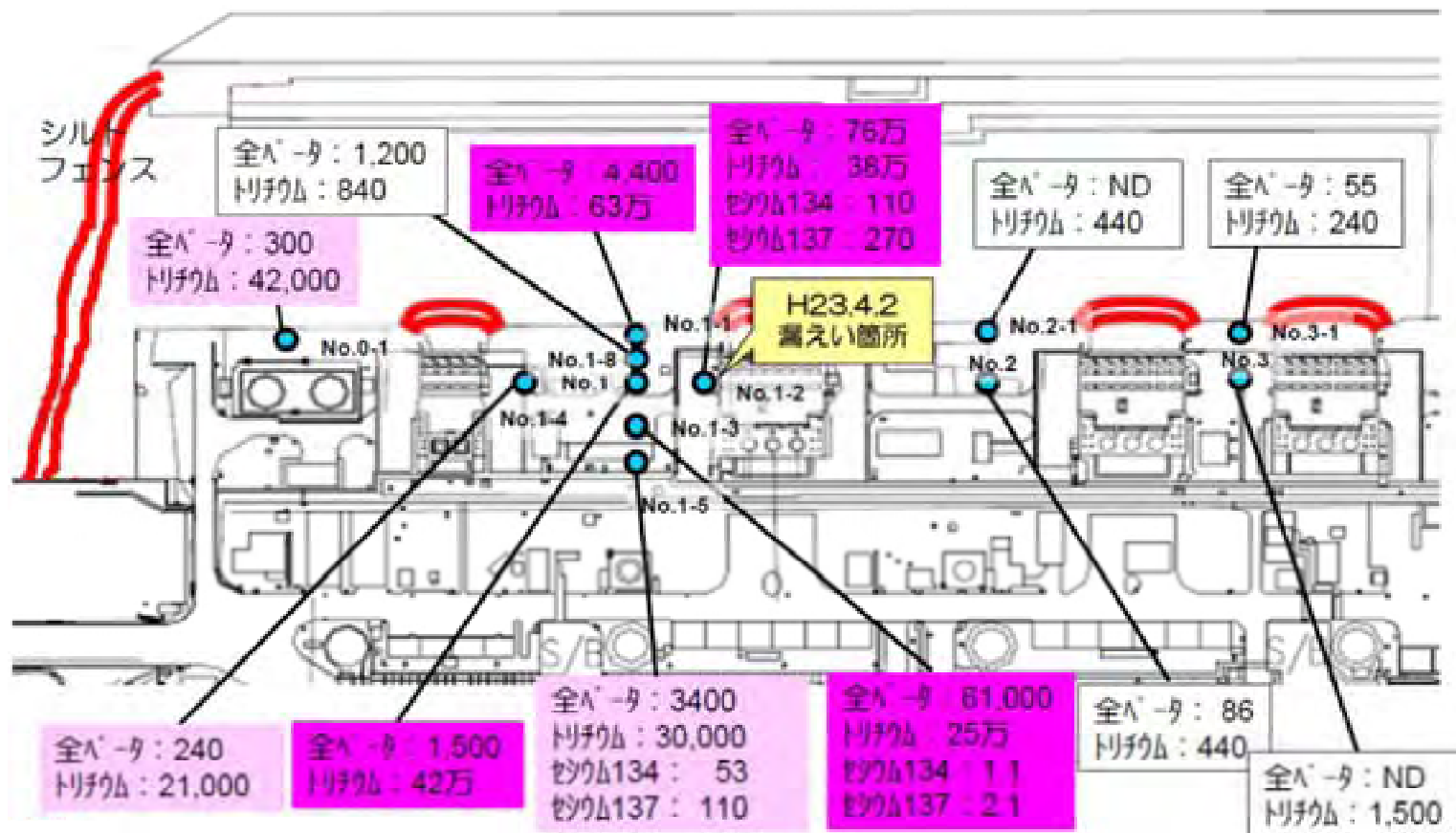
港湾の海水の分析結果

- ① 1～4号機の取水口で現在10～100Bq/LのCs137を検出
- ② 港湾内、港湾境界付近ではほぼ検出限界未満で影響は限定的



海岸付近の地下水分析結果

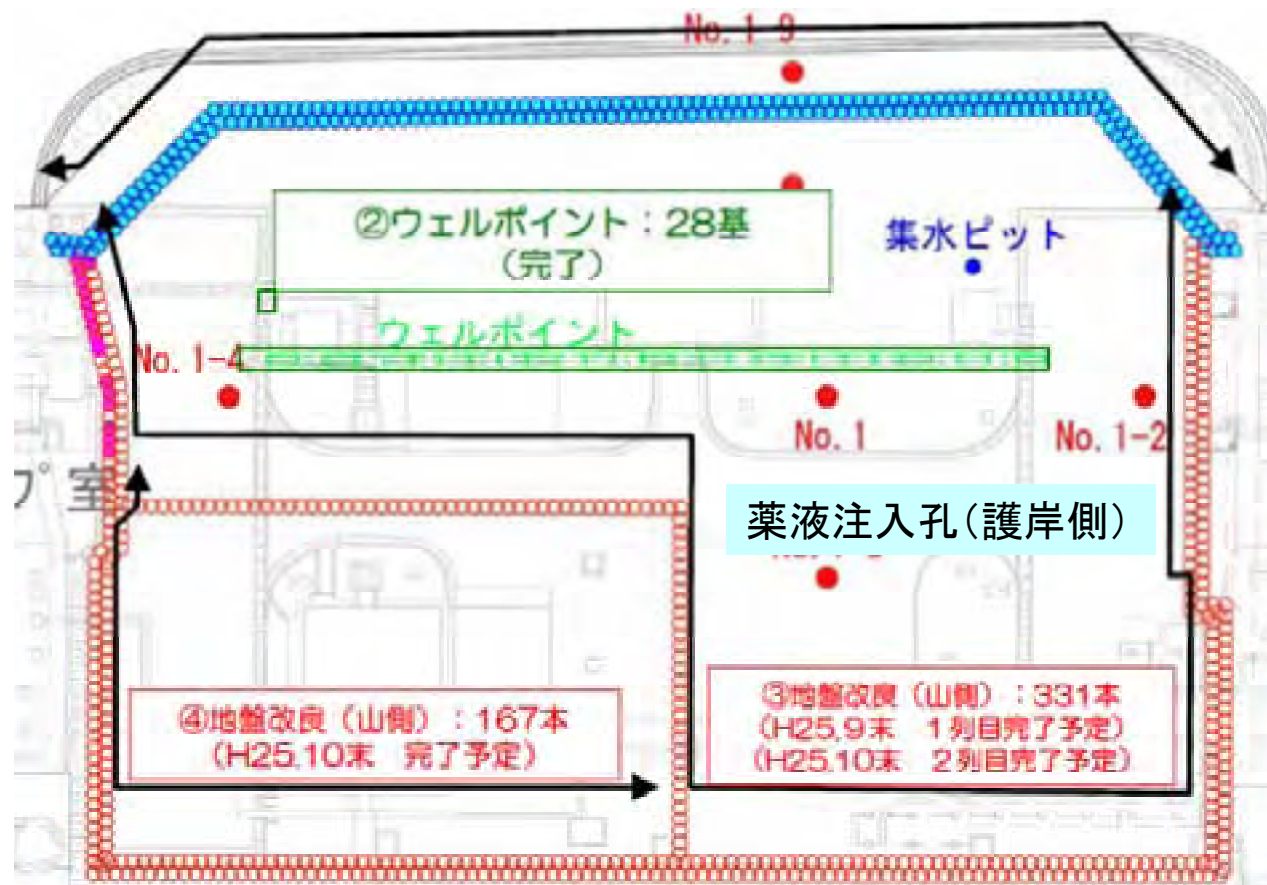
- 事故発生直後に、タービン建屋地下の高濃度汚染水が地下トレンチを經由して流出した経緯有り
- 6月19日に、1-2号取水口間の地下水から、50万ベクレル／リットルのトリチウム、告示限度以上のストロンチウムを検出したことを公表。
- その後の測定でも1-2号取水口間の地下水からは数十万ベクレル／リットルのトリチウムが検出されている



海への流出抑制

汚染エリアの地盤改良等を実施し、汚染している地下水の流出を抑制する。

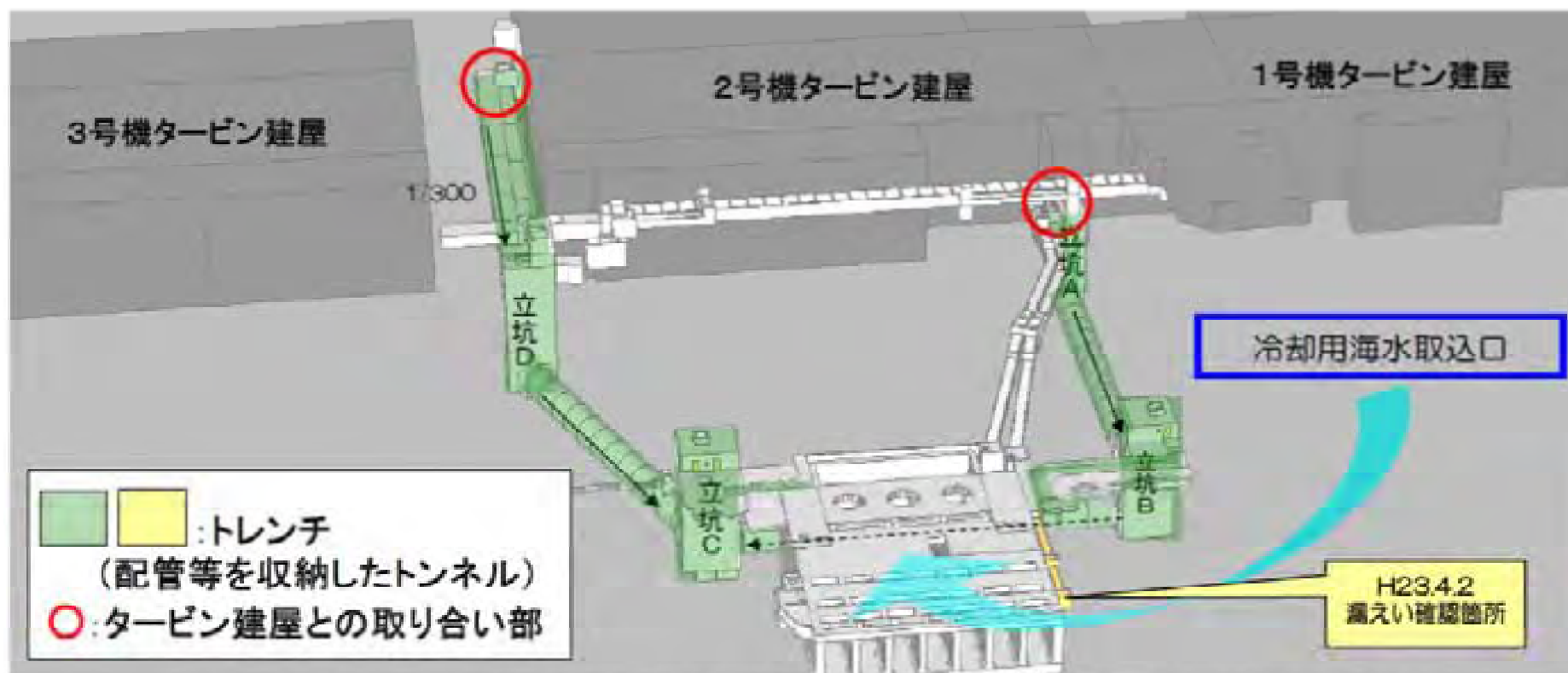
- ・護岸にて、地下水の透過性を下げるため、薬液注入による地盤改良を行う。また、地下水の流入を防ぐため、山側の地盤改良も行う。
- ・地盤改良により堰きとめた汚染された地下水が溢れないよう、ポンプ等で吸い上げる。
- ・雨水の浸透を抑制するため、地表面をアスファルト舗装し勾配をつけて雨水排水する。



- 護岸側薬液注入箇所
(塗りつぶし：完了)
- 山側薬液注入箇所
(白抜き：未完)
- 山側薬液注入箇所
(塗りつぶし：完了)

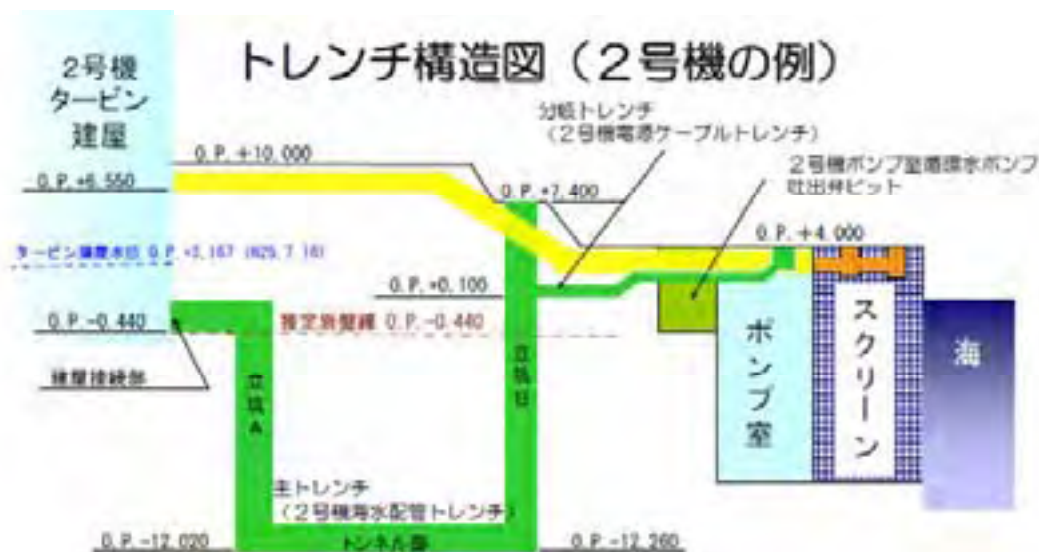
海への流出の疑いがある箇所と対策

- 事故直後、汚染水がトレンチ(トンネル)等を通じて取水口から海に流出した。
- 流出箇所は止水したが汚染水は地下構造物中に残留
- 残留汚染水を抜き取り閉塞させる



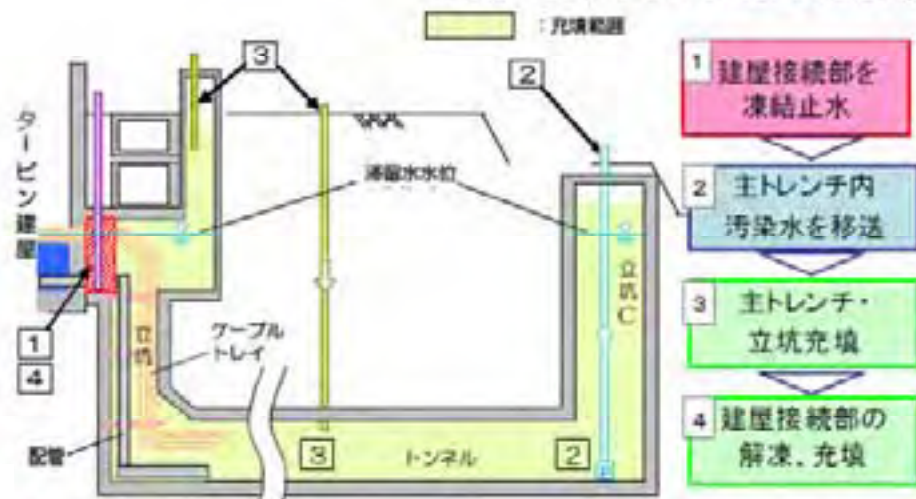
タービン建屋東側（海側）地下構造物立体図（2号機の例）

トレンチからの水抜き工程



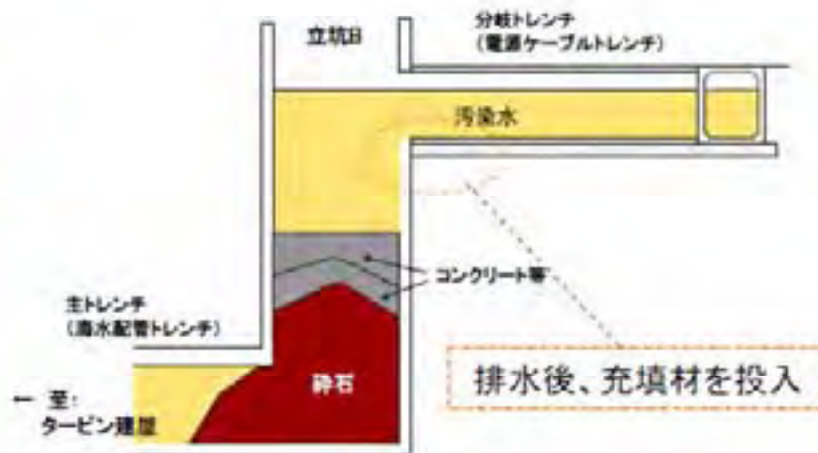
◎主トレンチの水抜き

2号機：2014年1月止水開始予定
 3号機：2014年1月止水開始予定



◎分岐トレンチの閉塞

2号機：9月上旬までに閉塞完了予定

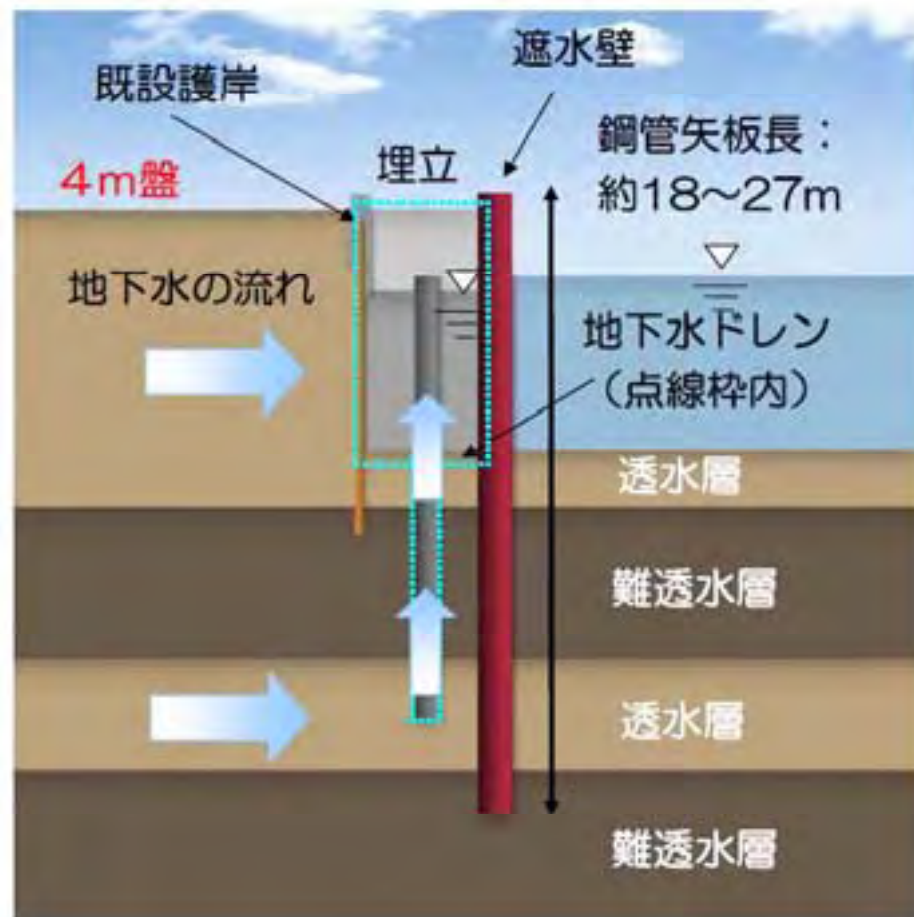


遮水壁による地下水の接近と流出防止対策

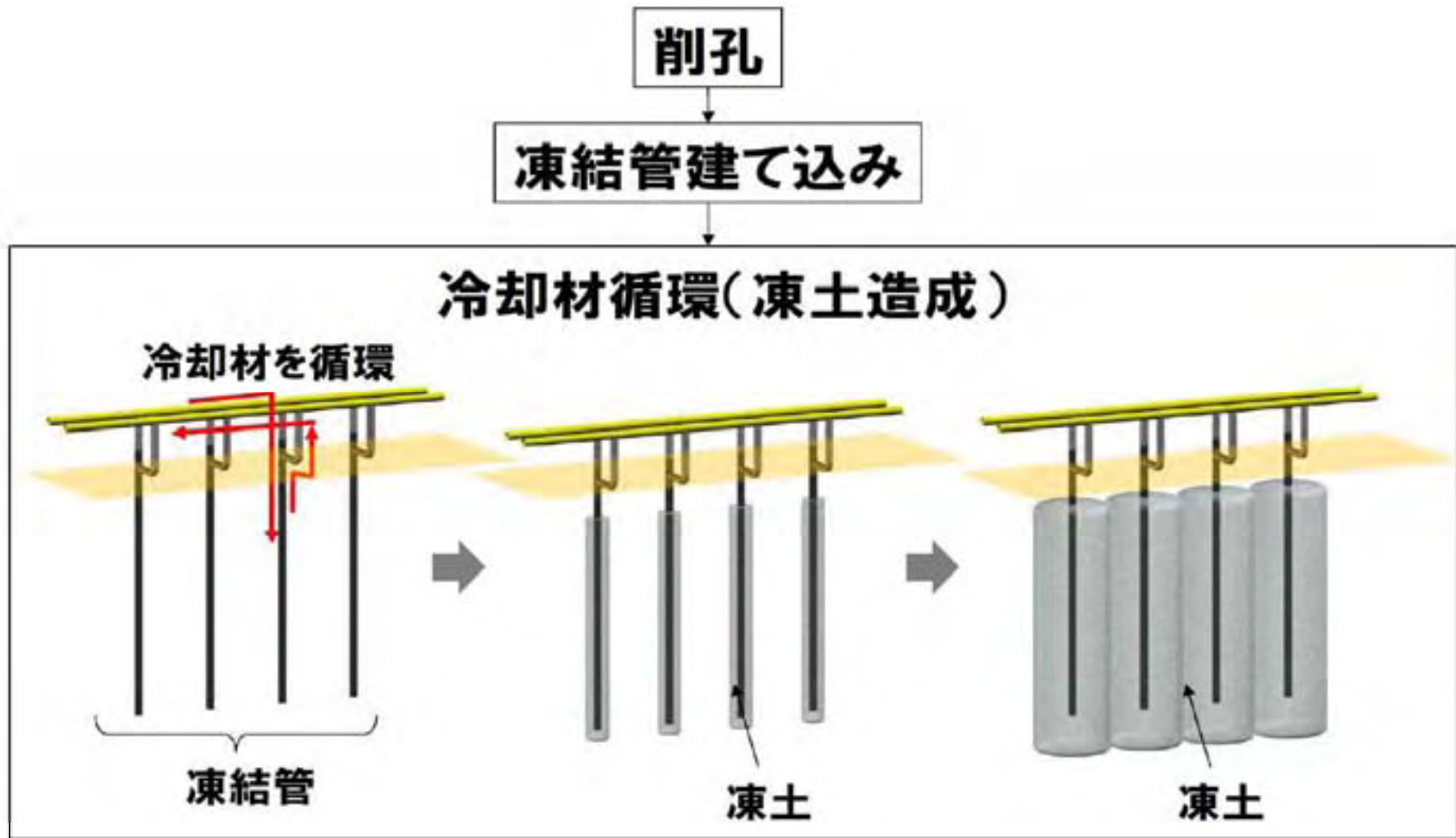
- 海洋流出の阻止……………海側遮水壁の設置
- 汚染水増加抑制・港湾流出の防止…陸側遮水壁の設置



海側遮水壁の進捗状況



※地表面から2層目の難透水層まで鋼管矢板を打設

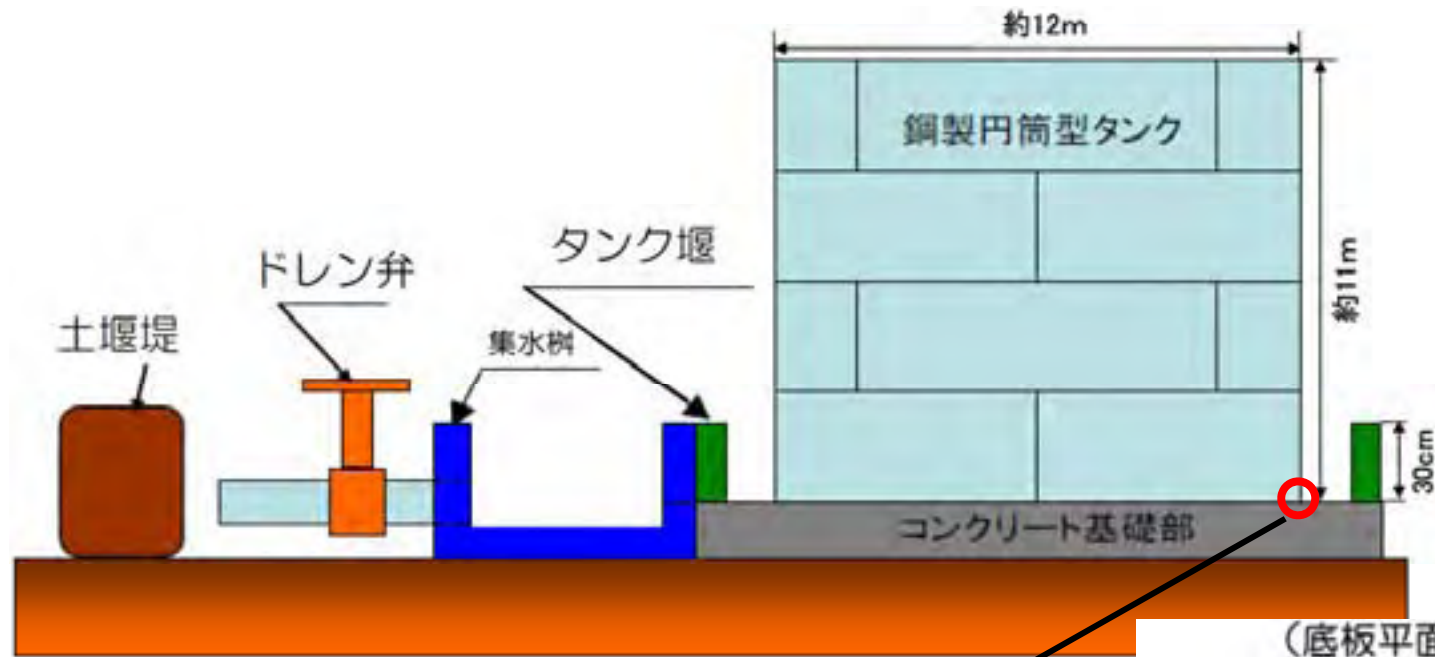


3. 最近の事象 その2

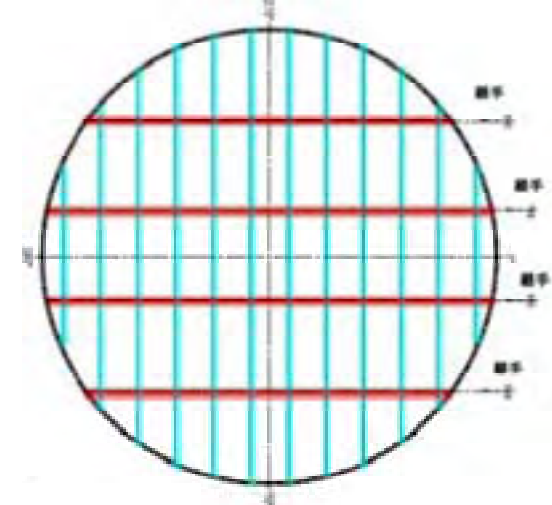
「汚染水貯留タンクからの汚染水の漏えい」

(8月20日)

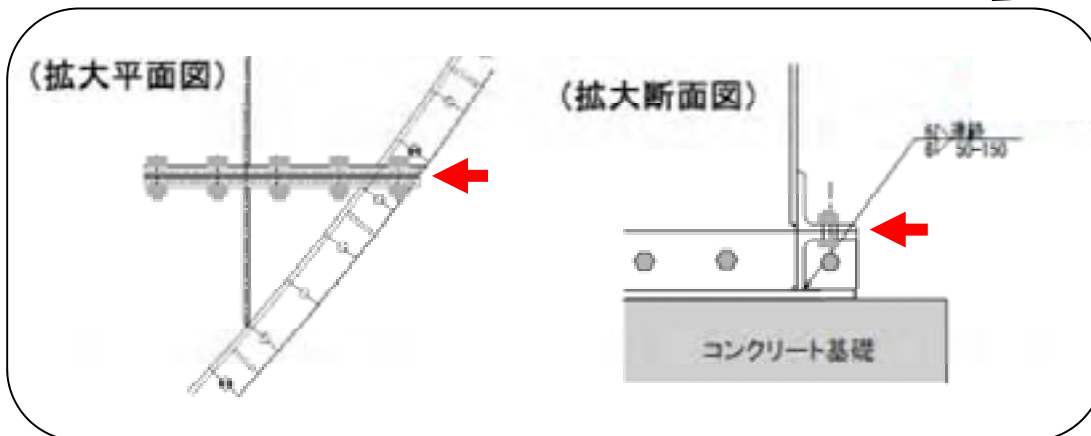
タンクの基礎、タンク堰、タンクの構造



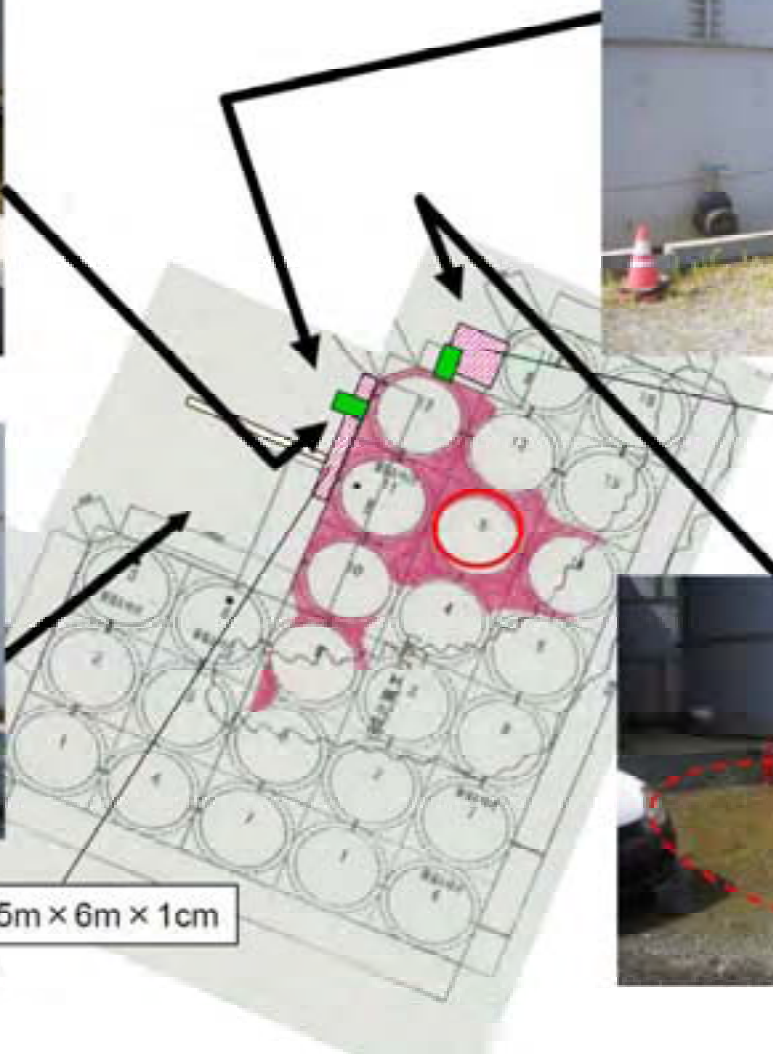
(底板平面図)



— 底板フランジ
— 底板補強部材



漏洩発生状況



約3m x 3m x 1cm

約0.5m x 6m x 1cm

■ ■ 水たまりエリア (8/19 16時時点)

■ : 集水樹



海洋への流出調査

- 8月19日 コンクリート基礎、堰ドレン弁外側2箇所に水漏れ発見
- 8月20日 No. 5タンクの約3mの水位低下を確認
- 水位低下分の水量は約300m³
- 堰内の水の回収と汚染土壌の回収を実施し、広がりの範囲を調査



- ①福島第一南放水口海水
Cs134：検出限界値未満
Cs137：1.8 [Bq/L]
全ベータ：検出限界値未満
- ②福島第一コア倉庫前側溝水
Cs134：検出限界値未満
Cs137：検出限界値未満
全ベータ：93 [Bq/L]
(採取日：8月20日)

タンク漏洩に対する対策

①タンク及びその周辺の管理体制の強化

(排水弁の通常閉運用、タンク底部のコンクリートの補強、タンクへの水位計や漏えい検出装置及び集中監視システムの構築)

②パトロールの強化

(パトロール頻度を1日2回から1日4回へ、線量確認及びその記録について数値を含めた詳細な記述へ改善)

③溶接型タンクの増設とボルト締め型タンクのリプレイスの加速化

④高濃度汚染水の処理の加速化(多核種除去設備を9月中旬より順次稼働)と汚染された土の回収による周辺の線量低減

⑤高濃度汚染水の貯蔵に係るリスクの洗い出しとリスクへの対応の実施

⑥タンクから漏えいした汚染水が、海域等に流入する可能性のある経路に対して、常時監視等モニタリングを強化 等

4. 最近の状況

- 6月19日 東京電力、タービン建屋東側地下水から50万Bq/lのトリチウム、告示濃度以上のストロンチウムを検出したことを公表
 - 1. タービン建屋東側(港湾付近)での高汚染地下水検出
- 6月27日 廃炉対策推進会議(議長:茂木経産大臣)において、中長期ロードマップの改定を行い凍土方式の陸側遮水壁等の設置等を盛り込む。
- 7月22日 東京電力、タービン建屋東側護岸付近において地下水が港湾内に流出していることを発表
- 8月7日 国の原子力災害対策本部(本部長:安倍総理)において、福島第一の汚染水問題を議論。安倍総理より、「東電に任せるのではなく国としてしっかり対策を講じていく」との発言
- 8月8日 廃炉対策推進会議汚染水処理対策委員会(委員長:大西 関西大学特任教授)において、「汚染源を取り除く」、「汚染源に水を近づけない」、「汚染水を漏らさない」という三原則に基づき、緊急対策及び抜本対策の実施方法や今後の進め方について検討開始。
9月中をめどに取りまとめる予定

- 8月20日 東京電力、汚染水貯留タンク(H4エリアのフランジ型タンク)からの漏洩を確認(漏洩量約300トン)
2. 汚染水貯留タンクからの漏洩
- 8月21日 上記漏洩について、原子力規制委員会がINES評価をレベル3にすることを検討
- 8月26日 東京電力、**汚染水・タンク対策本部設置**。廣瀬社長を本部長とし、相澤副社長が福島第一に駐在して直接指揮を執る
- 8月27日 茂木経産大臣会見において、汚染水対策として①局長級の**汚染水特別対策監**の新設、②凍土方式の陸側遮水壁等、緊急性があつて**技術的難易度の高いものについて**予備費の活用を含め**財政的措置**について国としてしっかりと進めると発言
- 9月3日 国の原子力災害対策本部において、福島第一原発の汚染水問題の根本的な解決に向け、**関係閣僚会議の設置**や**現場体制を強化**し、政府を挙げた体制をとるとともに、予備費の活用を含めた**財政措置**(陸側遮水壁に320億円、ALPS2(高性能放射性物質除去装置)の**開発・実証に150億円**)等を盛り込んだ**基本方針**がとりまとめられた

1. 基本的考え方

- ・東京電力任せにするのではなく、国が前面に出て必要な対策を実行
- ・想定されるリスクを広く洗い出し、予防的かつ重層的な対策を講じる

2. 政府の対応

①体制の強化

「廃炉・汚染水対策関係閣僚会議」(議長:内閣官房長官)

「廃炉・汚染水対策現地事務所」 関係官庁から現場常駐

「汚染水対策現地調整会議」 東電等関係者との連携、調整

②工程管理の徹底

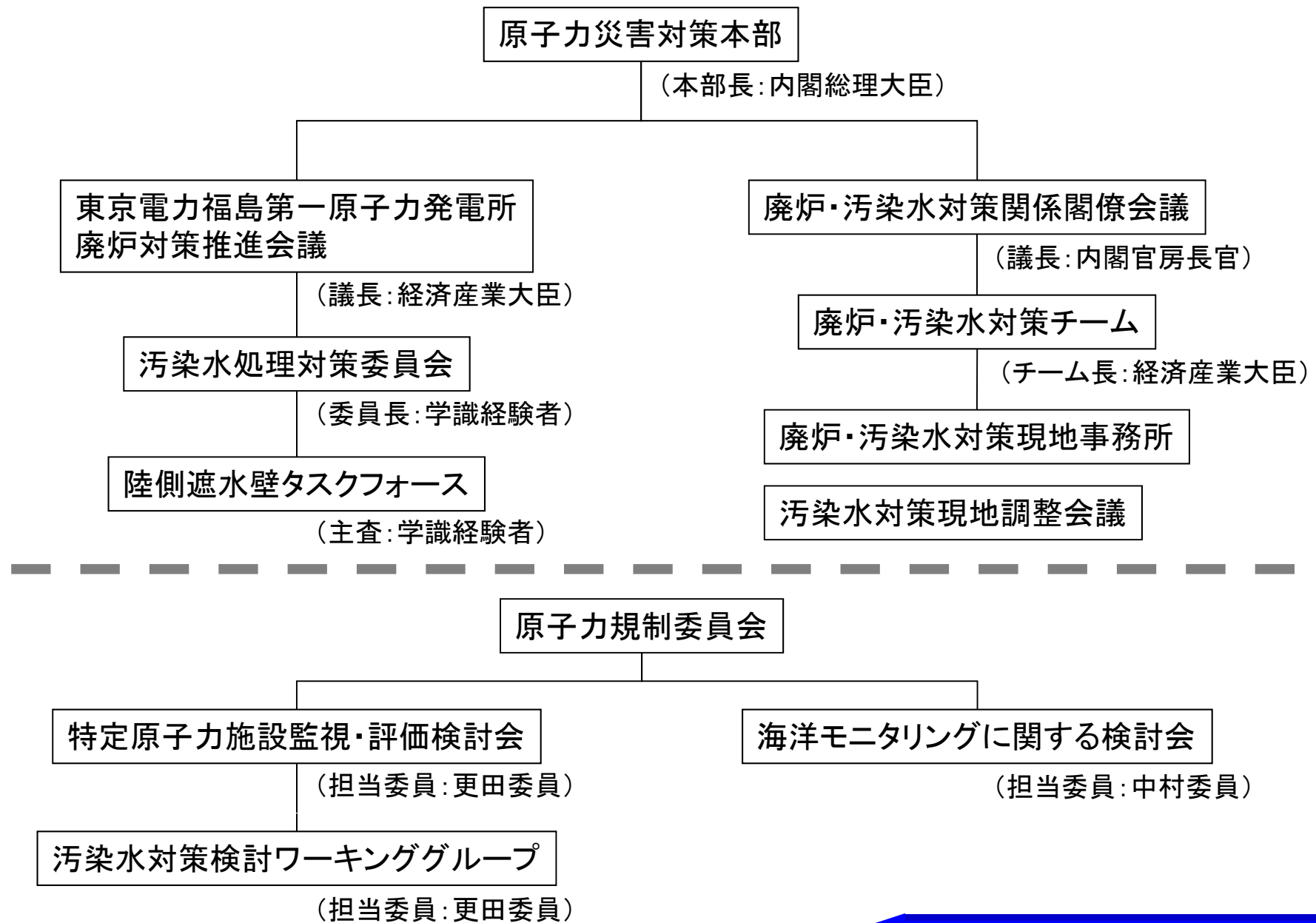
汚染水処理対策委員会の活用、可能な限り前倒し

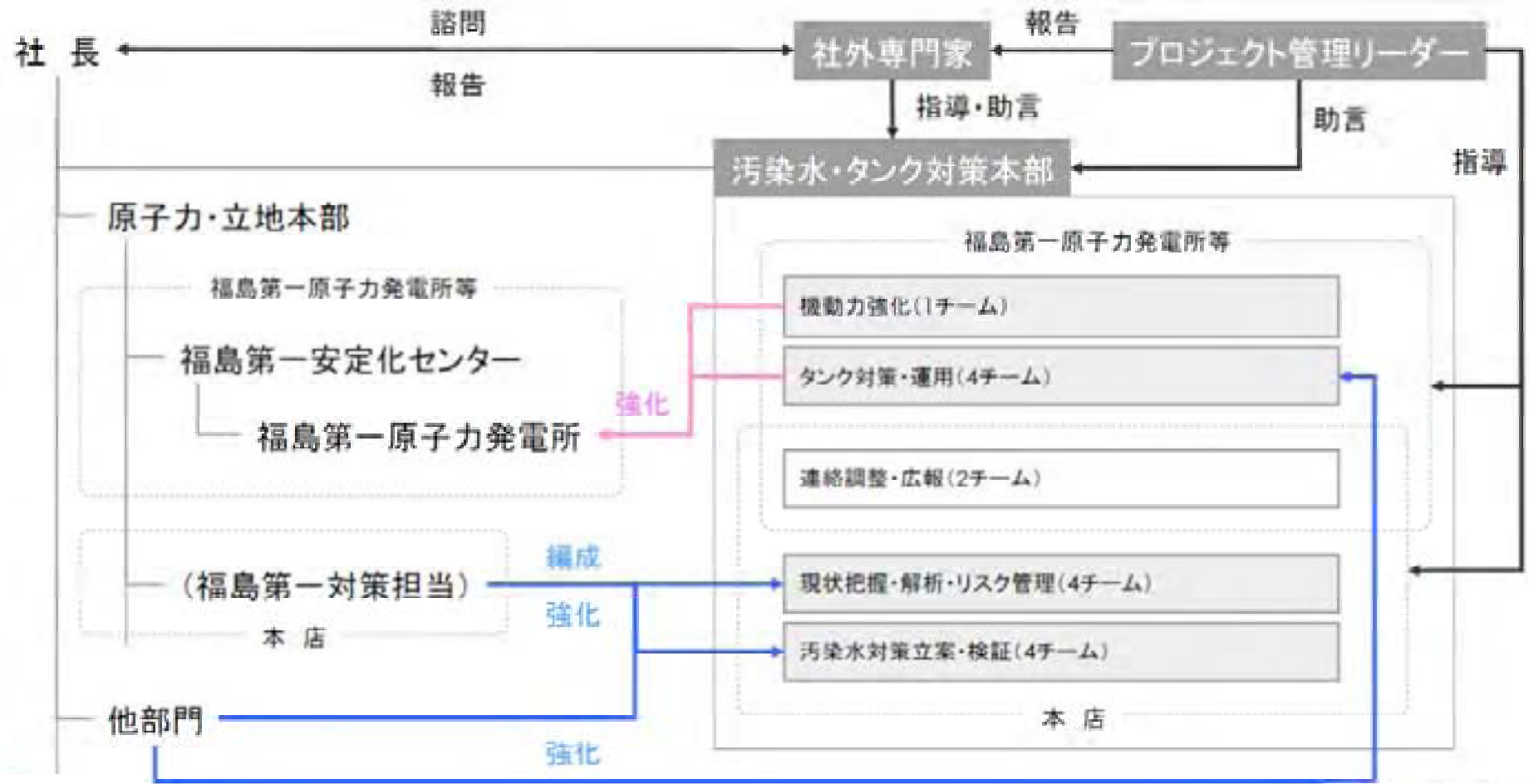
③財政措置

「凍土方式の陸側遮水壁の構築」及び「より高性能な多核種除去設備の実現」について、事業費全体を国が措置

④モニタリングの強化、 風評被害の防止、国際広報の強化

汚染水問題に関する国の体制





※: チーム名は仮称

原子力関係人材育成のうち 「原子力施設の廃止措置技術」講座

公開版(抜粋版)

2013年12月6日 / 2014年1月15日
三菱重工業株式会社

目次

I. 廃止措置の概要

1. 廃止措置概要

- (1)廃止措置プロセス(洗う、待つ、解体)
- (2)廃止措置標準工程

2. 廃止措置関連制度

- (1)廃止措置に係る安全規制
- (2)原子炉発電施設解体引当金制度

3. 国内外の廃止措置状況

- (1)国内プラント
- (2)福島第一原子力発電所
- (3)海外プラント

2. 解体技術

- (1)原子炉等機器類解体技術
- (2)建屋類解体技術

3. 廃棄物処理技術とその処分

- (1)廃棄物種類、発生量と放射能インベントリ
- (2)廃棄物処理技術
- (3)放射能レベルに応じた廃棄物の処分
- (4)クリアランス物の再利用

4. 放射線測定技術

- (1)放射線測定の概要
- (2)クリアランスレベル測定装置
- (3)廃棄体搬出検査装置

II. 廃止措置に係る個別技術

1. 除染技術

- (1)除染の概要
- (2)解体前除染
- (3)解体後除染

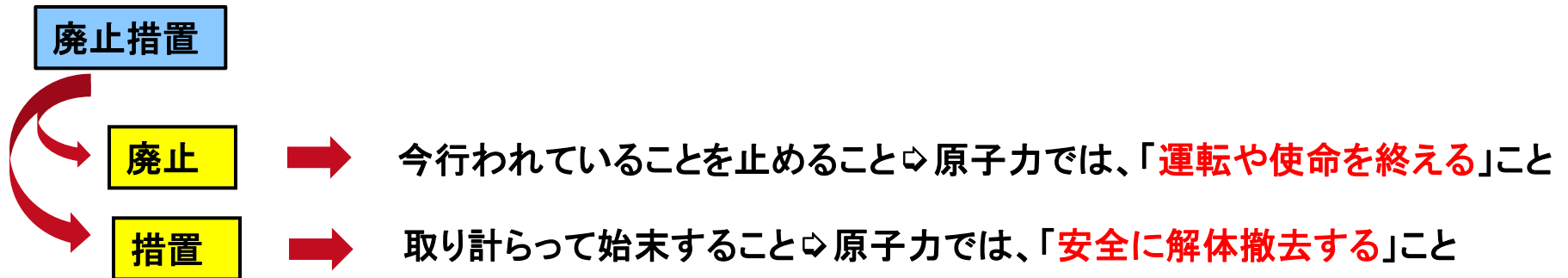
(1)廃止措置プロセス(洗う、待つ、解体)

(2)廃止措置標準工程

出典:原子力安全技術センターHPより

I-1. 廃止措置の概要 (2/4)

(1) 廃止措置プロセス(洗う、待つ、解体) (1/2)



原子力施設の廃止措置

運転を終えた原子力発電所、使命を終えた原子力施設は廃止措置が行われる。
これらの廃止措置は、「**洗う**」「**待つ**」「**解体する**」の三つのステップが基本。

- 「**洗う**」 ⇨ 配管等に付着している放射性物質を除去する。
- 「**待つ**」 ⇨ 放射エネルギーの減少(減衰)を待つ(5~10年)。
- 「**解体する**」 ⇨ 安全に解体する。

出典:(財)若狭湾エネルギー研究センター

I-1. 廃止措置の概要 (3/4)

(1) 廃止措置プロセス(洗う、待つ、解体) (2/2)



出典:原子力安全技術センターHPより

(2) 廃止措置標準工程

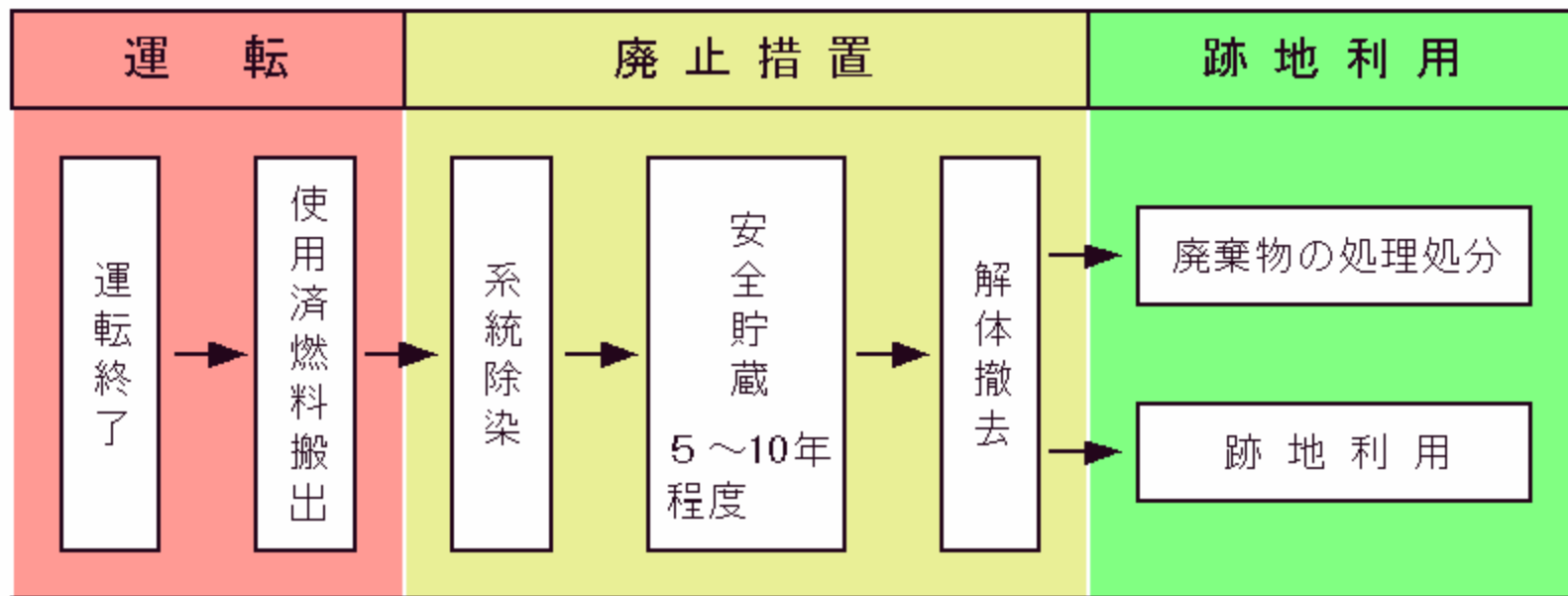


図1 商業用原子力発電施設の廃止措置の標準工程

[出典]総合エネルギー調査会原子力部会:「商業用原子力発電施設の廃止措置に向けて」報告書、
(1997年1月14日)、p.19

(1) 廃止措置に係る安全規制

(2) 原子炉発電施設解体引当金制度

(1) 廃止措置に係る安全規制 (1/3)

【基本的考え方】

- 事業者の徹密な廃止措置計画と、安全確保のための国による合理的な規制
 - ・ 廃止措置期間における原子力施設の状況は、運転中とは大きく異なる。このため、安全規制も運転中のものとは明確に区別し、廃止措置の状況に対応した**合理的な規制を設定**。
 - ・ 廃止措置に係る規制は、廃止措置計画の認可、廃止措置段階の規制、廃止措置が終了したことの確認の**3つに区分**。これらを通じて放射性物質の安全な閉じ込めが維持されるよう規制。

● **ポイント**

- 事業者は、あらかじめ廃止措置計画を定め、国の認可を受ける
- 廃止措置段階の安全規制は、放射性物質の安全な閉じ込めと、放射性廃棄物の適切な処分を主眼とする

(1) 廃止措置に係る安全規制 (2/3)

新たな廃止措置規制 (原子炉施設の例)

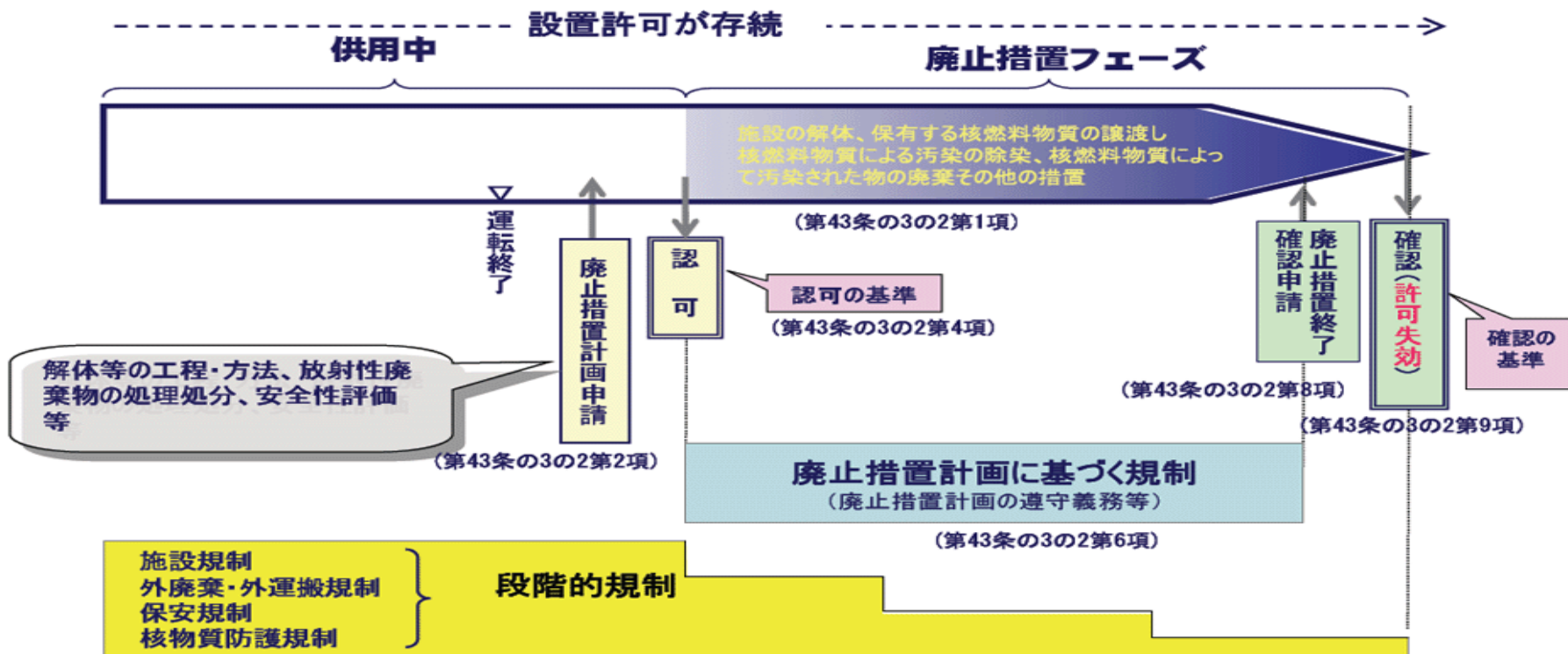
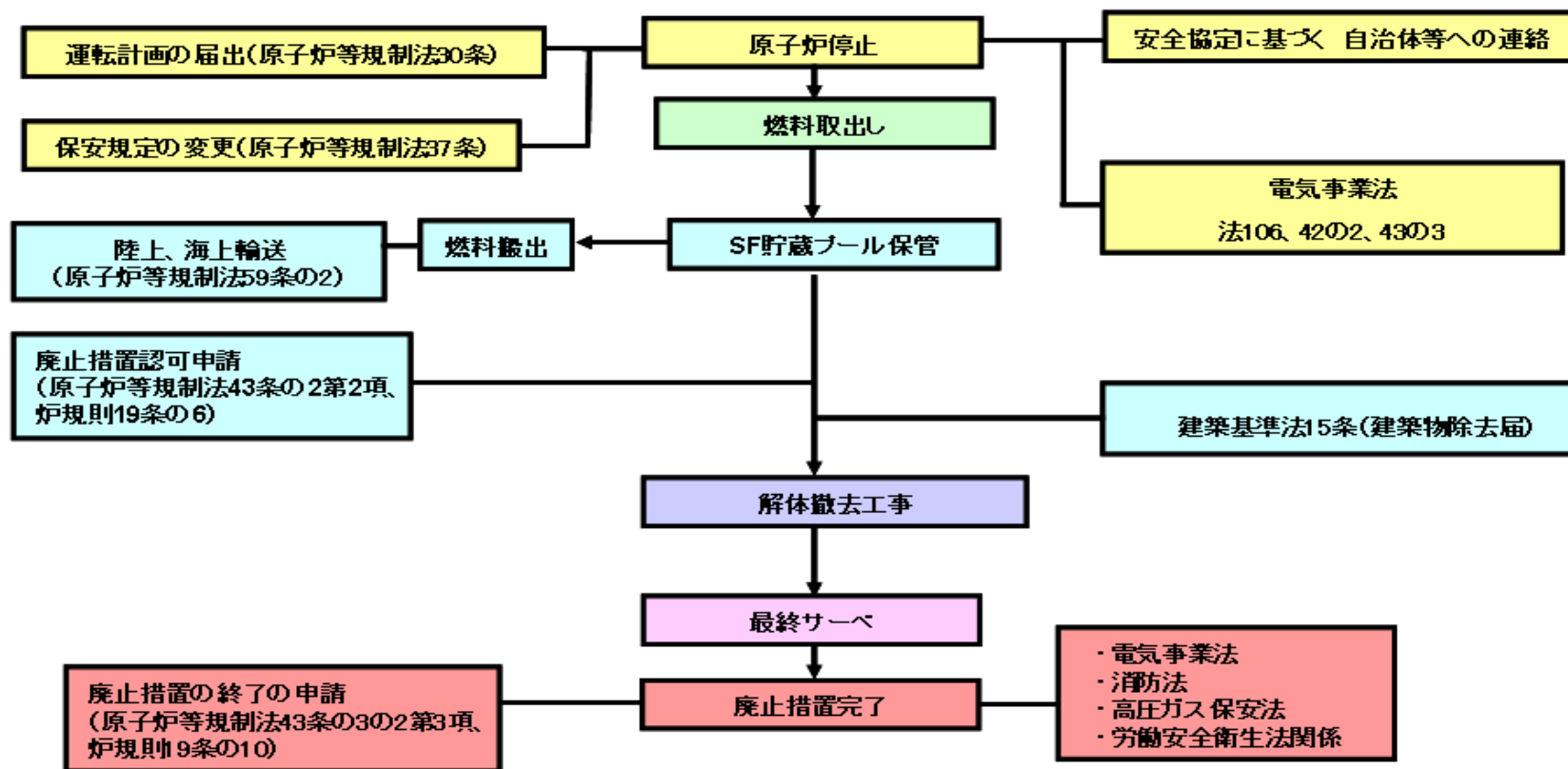


図1 廃止措置規制に関する法体系の概略 (原子炉施設の例)

[出所] 原子力安全・保安院 放射性廃棄物規制課: 原子炉等規制法の改正について～クリアランス制度の導入と廃止措置規制制度の改正～ (平成17年8月12日)、P.18、<http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/haishi/haishi007/siryo2.pdf>

(1) 廃止措置に係る安全規制 (3/3)



(注) 炉規則: 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(原子炉等規制法)」等を参照して作成した。

図2 発電炉の廃止措置における諸規制の法、規則等

(2) 原子炉発電施設解体引当金制度 (1/3)

○昭和60年7月総合エネルギー調査会原子力部会報告書
「商業用原子力発電施設の廃止措置のあり方について」

- 原子力発電施設の廃止措置については、原子力委員会の「原子力開発利用長期計画(1982年6月)」にも示されているように、安全の確保を前提に地域社会との協調を図りつつ進めるべきであり、さらに**敷地を原子力発電所用地として引き続き有効に利用することが重要**である。
- 運転を終了した原子力発電施設は、**最終的には解体撤去することを基本的な方針とする**。なお、原子力発電施設の解体撤去に当たっては、引き続き使用できる施設等の利用、解体作業の効率化を図るための技術開発、廃棄物の合理的な処理等を図ることにより、**効率的に実施することが重要**である。
- 廃止措置に係る対策の確立を図るため、上述の点を踏まえ、標準工程を策定し、これに基づき**費用対策**、廃棄物の処分等の課題の検討を行っていくことが重要である。⇒**「標準工程」の策定および「引当金制度」の確立**

(2) 原子炉発電施設解体引当金制度 (2/3)

○原子力部会報告における費用算定の前提

項目	前提条件
標準廃止措置工程	安全貯蔵＋解体撤去方式
系統除染	化学除染主体
安全貯蔵期間	放射性物質閉じ込め、機器の維持管理
解体撤去	建屋内機器から解体撤去
廃棄物処分	放射能濃度に応じて埋設処分

(2) 原子炉発電施設解体引当金制度 (3/3)

○原子炉施設解体引当金制度の経緯(抜粋)

- ・昭和60年7月 総合エネルギー調査会原子力部会報告
(商業用原子力発電施設の廃止措置のあり方について)
- ・平成元年5月 原子力発電施設解体引当金に関する省令
⇒廃止措置(解体)費用の引当開始
- ・平成11年5月 総合エネルギー調査会原子力部会報告
(商業用原子力発電施設解体廃棄物の処理処分に向けて)
- ・平成12年3月 省令改正
⇒廃止措置(処理処分)費用の引当開始

(1) 国内プラント

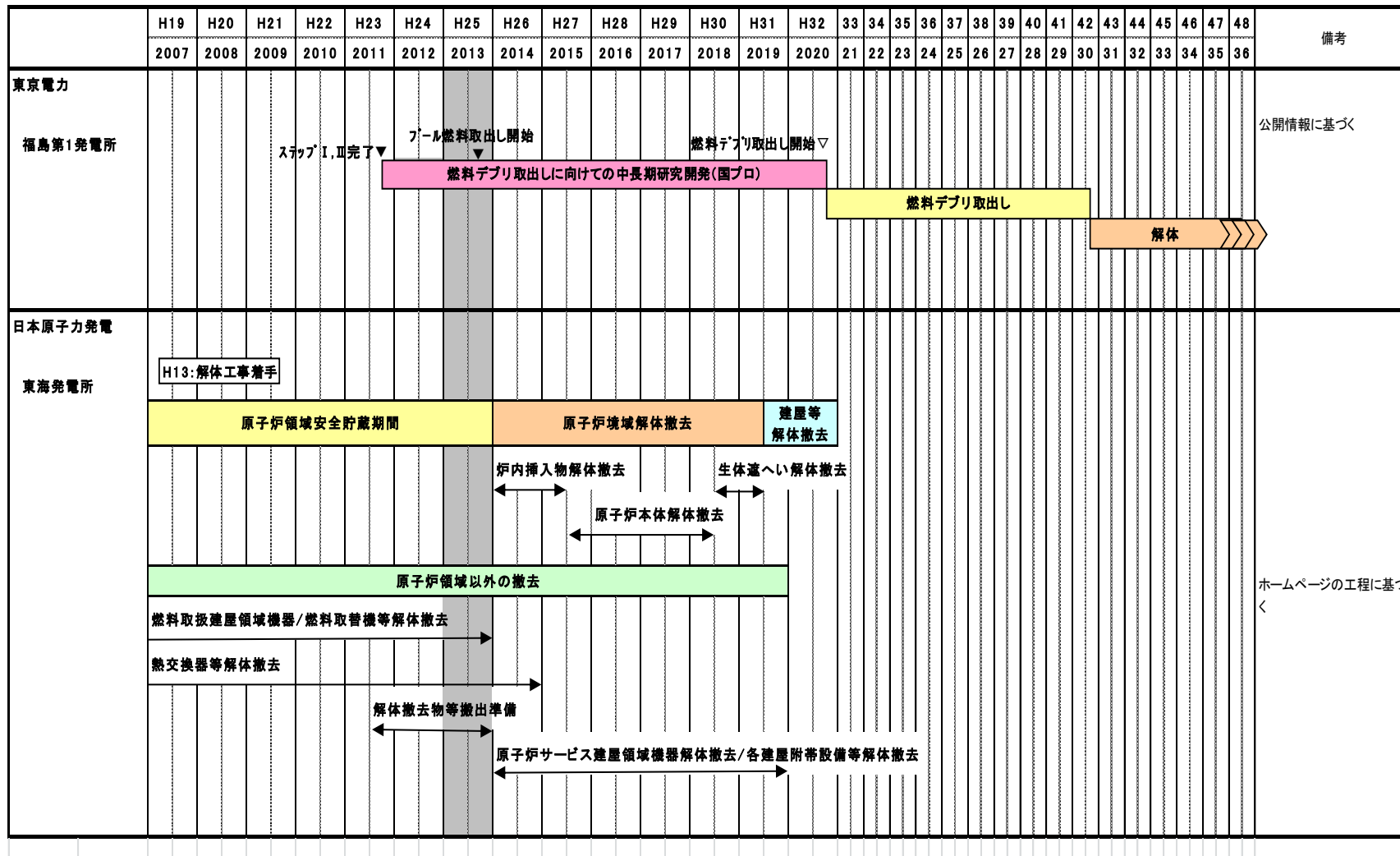
(2) 福島第一原子力発電所

(3) 海外プラント

I-3. 国内外の廃止措置状況 (2/14)

(1) 国内プラント (1/2)

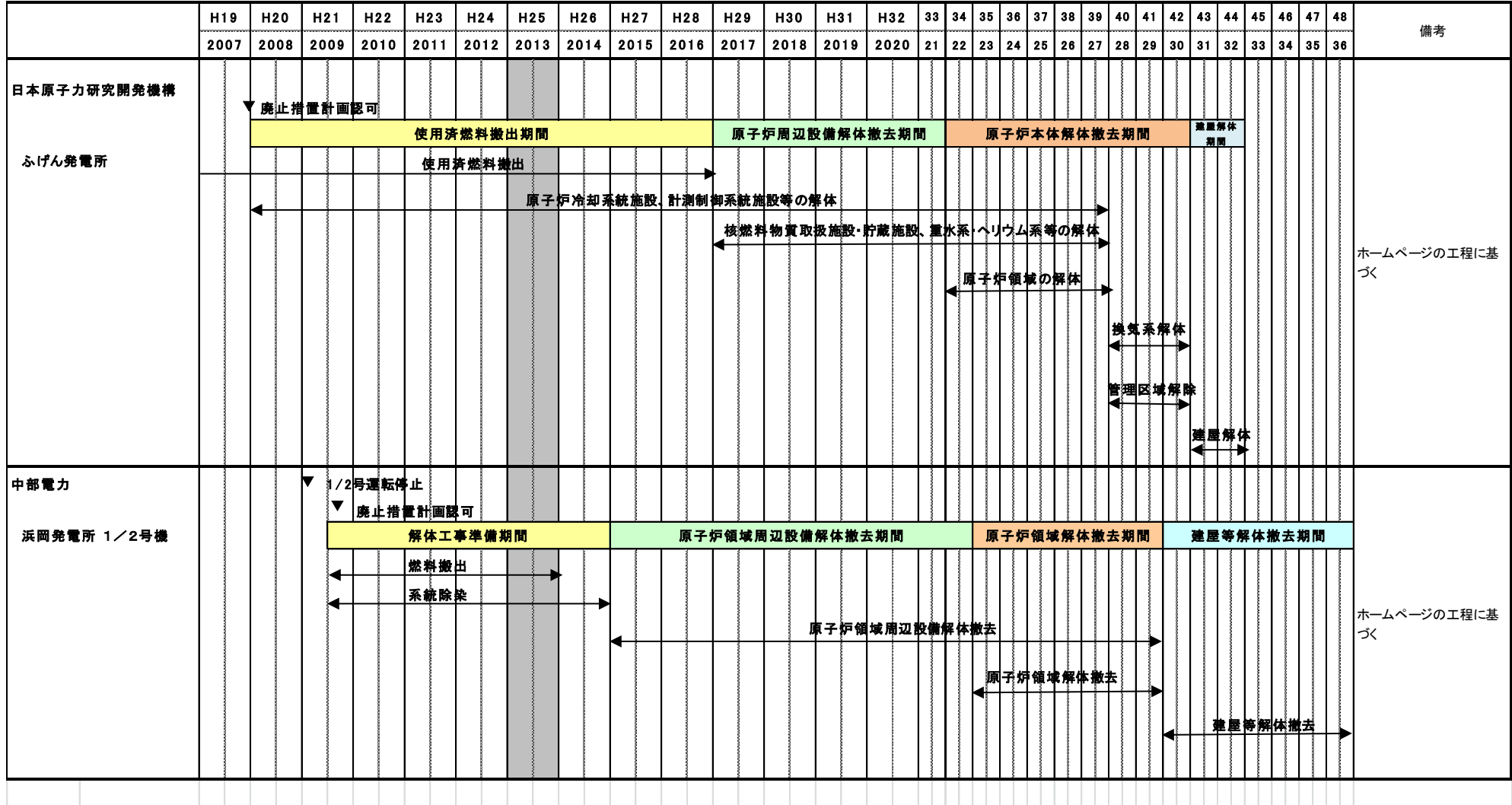
国内原子力発電所の廃止措置工程



I-3. 国内外の廃止措置状況 (3/14)

(1) 国内プラント (2/2)

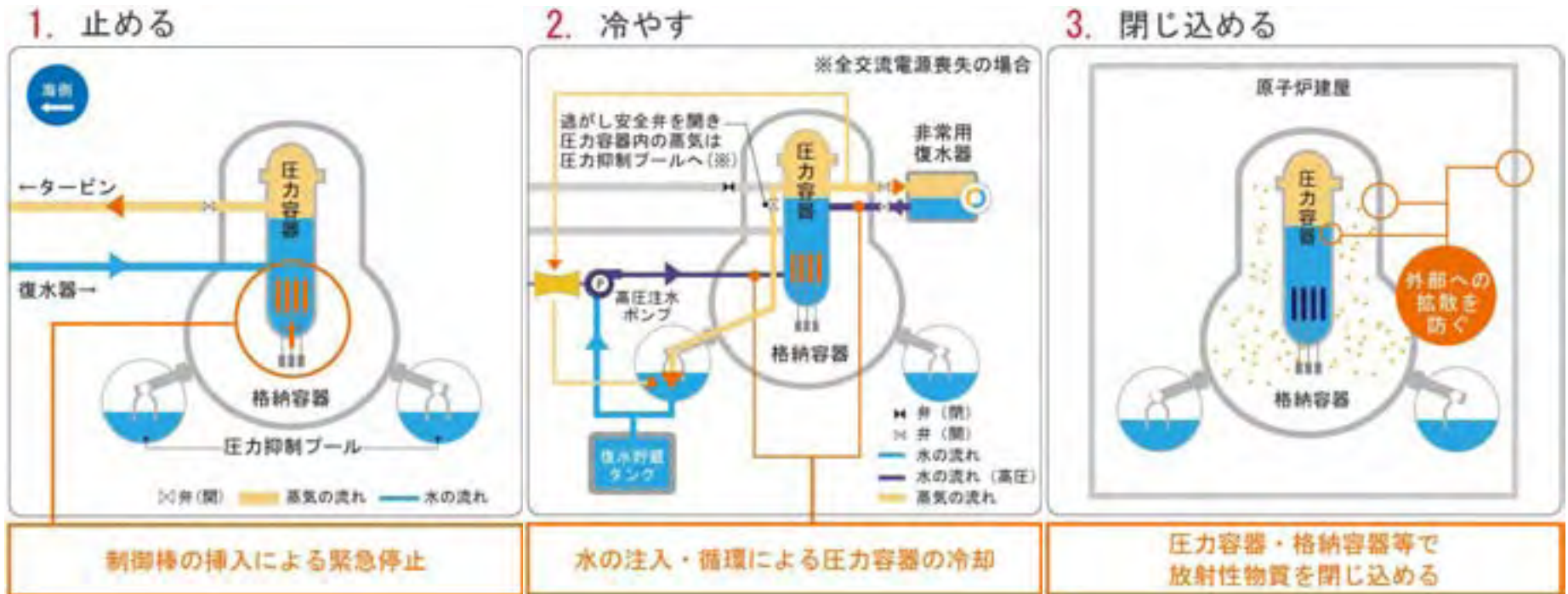
国内原子力発電所の廃止措置工程



(2) 福島第一原子力発電所 (1/7)

① 原子力発電所の安全確保と事故 (1/3)

安全確保の基本方針: 「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」



出典: 東京電力株式会社 ホームページ

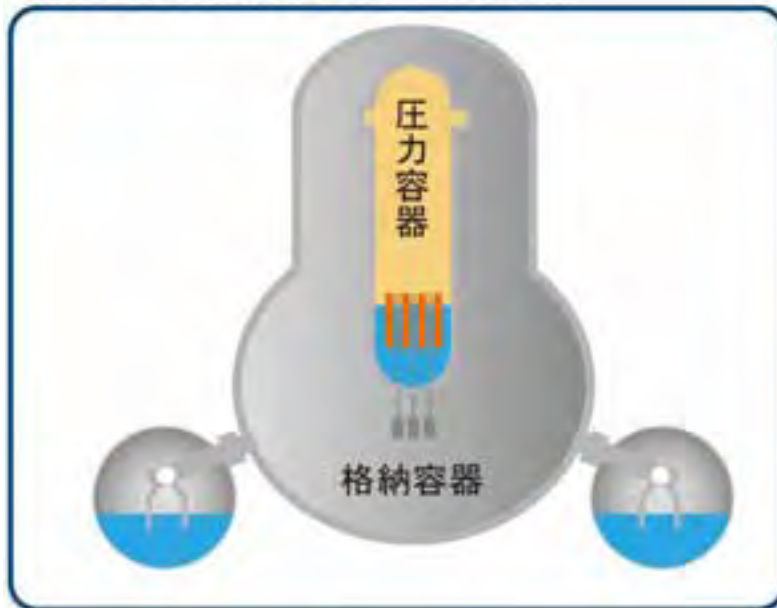
(2) 福島第一原子力発電所 (2/7)

① 原子力発電所の安全確保と事故 (2/3)



冷やすに失敗すると...

圧力容器内の水位が低下、炉心損傷に



冷やせなければ閉じ込め続けることは困難。
閉じ込めるのに失敗すると外部への水素や放射性物質の放出に



出典: 東京電力株式会社 ホームページ

I-3. 国内外の廃止措置状況 (6/14)

(2) 福島第一原子力発電所 (3/7)

① 原子力発電所の安全確保と事故 (3/3)

《福島第一・第二原子力発電所の現況》

地震発生時の 運転状況		福島第一					福島第二
		1号機	2号機	3号機	4号機	5,6号機	1~4号機
		運転中			定期検査中		運転中
現況	「止める」	○			—	—	○
	「冷やす」	原子炉	△※1 (冷温停止状態)		— 燃料なし	○ (冷温停止)	
		プール	△※2		△※2	○	○
	「閉じ込める」	×※3			×	○	○
	タービン建屋 滞留水	× 高レベル汚染水有り		× (3号機から 回込み)		△ 低レベル滞留水あり (津波による)	
窒素注入	○ (PCV,RPV)			—			

※1：循環注水冷却による処理水注入 ※2：仮設熱交換器による冷却

※3：PCVガス管理システムの設置（1号機は建屋カバーもあり）

出典：日本原子力学会「2012年春の年会」福島第一原子力発電所事故特別セッション 資料
東京電力株式会社 福田 俊彦「福島第一原子力事故対応の概要 ～ 論点と教訓 ～」

(2) 福島第一原子力発電所 (4/7)

② 放射性廃棄物の処理・処分 (1/3) 《事故廃棄物の特徴》

全体としての特徴:

- ①燃料中に含まれる放射性核種の存在
 - ②その一部が水素爆発により飛散し、建物内外の瓦礫・草木類の表面に付着・浸透・吸着。レベルにばらつき
 - ③汚染水中にも燃料中の放射性核種が存在
- これらは、一部の核種を除いて分かっていない

(1) 伐採木

- ・ 付着核種の多くは揮発性 (I-131、Cs-134、Cs-137など)
 - 表面線量は0.1~0.3mSv/h程度。
- ・ 有機物を多く含む。枝葉の部分は比較的線量が高い。

(2) 瓦礫類

- ・ 汚染レベルには、かなりのばらつきがあり、線量の高いものは採取が困難。
- ・ 金属(アルミニウム、鉛など)や、有機物としてケーブルの被覆材(PVC)も混入。

(3) 汚染水処理二次廃棄物

- ・ 二次廃棄物は、多種多様であるが、これらは主にCsの放射能レベルが極めて高く、これまで処理・処分実績がない。
- ・ セシウム吸着塔については、構造上、ゼオライトを取り出し採取分析することが困難。
- ・ スラッジも線量が極めて高く、性状調査や核種分析のための採取が極めて困難。
- ・ ALPSもスラッジや多量の使用済み吸着材が二次廃棄物として発生するが、これらも処理・処分の実績もなく、採取分析も困難な構造。

日本原子力学会、特別専門委員会報告書より 平成25年3月

出典: 日本原子力学会バックエンド部会 第29回バックエンド夏季セミナー 資料

独立行政法人日本原子力研究開発機構 林道 寛「事故炉の廃止措置と放射性廃棄物処理処分について」

(2) 福島第一原子力発電所 (5/7)

② 放射性廃棄物の処理・処分 (2/3)

《処理・処分上の留意点》

(1) 伐採木

- Cs以外に、SrやIや燃料起源核種 (TRU、核分裂生成物) も含まれる可能性がある。発生場所によらず混合していることから、処理・処分に向けて付着した放射性核種とその定量化。
- 一時保管槽に保管している伐採木は、汚染の拡大防止の観点から、保管期間に応じて腐食対策を講じることも考慮。

(2) 瓦礫類

- 表面線量率により分類されているが、発生場所によらず混合して保管している。
- 適切な分別処理と処理・処分に向けて付着した放射性核種とその定量化。

(3) 汚染水処理二次廃棄物

- 処理後に含まれる放射性濃度に応じて処分していく。そのインベントリ確定については、処理前後の滞留水分析または二次廃棄物そのものに含まれる放射性核種とその定量化。
- 実廃棄物からのサンプリング分析の際、試料の代表性に留意。特にゼオライトの分析では、溶解による気中への移行に留意。
- 高線量下での微量核種や難測定核種の分析は、設備や要員の確保などの整備も急務
- 廃棄体製作においては、塩分やホウ酸量の分析が必要。処分では、処理をどう行うかも課題であり、二次廃棄物の発生経緯を分析し、放射性核種以外の定量化も。

出典: 日本原子力学会バックエンド部会 第29回バックエンド夏季セミナー 資料

独立行政法人日本原子力研究開発機構 林道 寛「事故炉の廃止措置と放射性廃棄物処理処分について」

(2) 福島第一原子力発電所 (6/7)

②放射性廃棄物の処理・処分 (3/3)

《処理・処分上の留意点》

(4)放射性廃棄物の長期保管

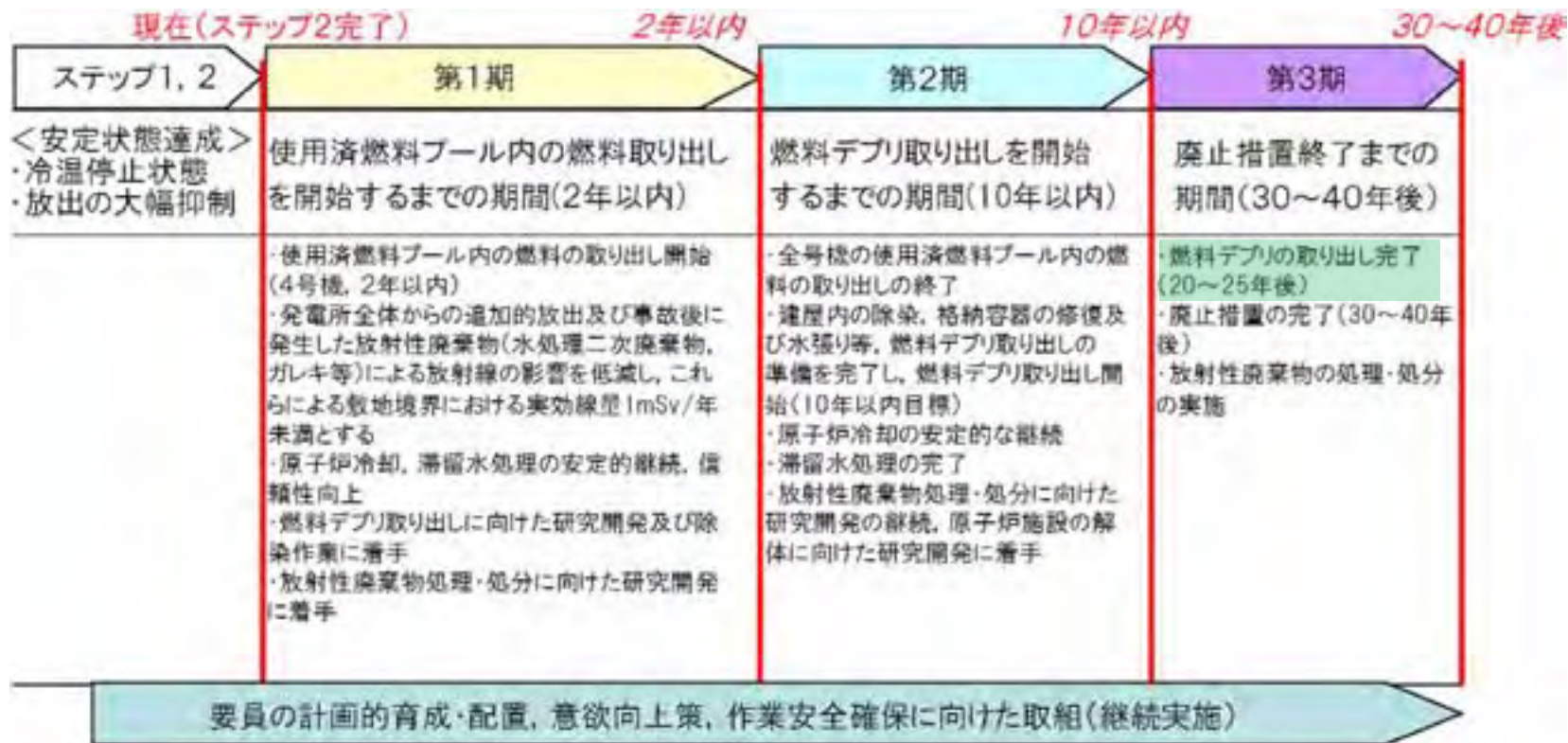
- 共通的な課題としては、インベントリ評価や分別(放射能濃度やリサイクルの可能性)、ガス発生対策(水の放射性分解、金属腐食、有機物分解等に伴う)など。
- 一部の瓦礫等については容器に収納され一時保管中。今後の保管期間を考慮し、長期貯蔵に適した容器の機能や材料選定も検討。
- 特に、1～3号機とも一時海水が炉内に注入されたことから、通常の貯蔵に要求される仕様に加え、塩分やホウ素などの不純物による耐食性を考慮した処分容器を考慮。
- 処分に至るまでの各輸送の段階で同一の容器が使用可能かどうかの評価も重要。さらに、そのままでは長期の保管貯蔵に不適と判断される場合には何らかの安定化処理を施す必要があり、処分を念頭に置きながらの廃棄体化の検討が重要。

出典:日本原子力学会バックエンド部会 第29回バックエンド夏季セミナー 資料

独立行政法人日本原子力研究開発機構 林道 寛「事故炉の廃止措置と放射性廃棄物処理処分について」

(2) 福島第一原子力発電所 (7/7)

③ 中長期計画(中長期ロードマップ/研究開発)



出典: 日本原子力学会 「2012年春の年会」福島第一原子力発電所事故特別セッション 資料

東京電力株式会社 山下 和彦「福島第一原子力発電所事故 1)事故後の取り組みと今後の中長期計画」

燃料デブリ取り出し完了までには20~25年間程度の期間が想定されており、除染作業等を経た後、所謂通常の発電炉での廃止措置に相当する作業(本格解体・撤去)が開始する。

I-3. 国内外の廃止措置状況 (11/14)

(3) 海外プラント (1/4)

表3 海外における代表的な発電炉廃止措置の実績一覧

原子炉施設名	SHIPPING ポートーII	フォートセント ブレイン	ヤンキーロー	トロージャン	ウィンズケール	ニーダアイヒ バツハKKN	グンドレミンゲン KR8-A
所在地	アメリカ	アメリカ	アメリカ	アメリカ	イギリス	ドイツ	ドイツ
炉型	PWR	HTGR	PWR	PWR	AGR	HWGCR	BWR
出力(万kW)	5.2	34.2	18.5	117.8	3.6	10.6	25.2
運転期間	1957~1982	1976~1989	1961~1992	1976~1993	1963~1981	1972~1974	1966~1980
解体状況	即時解体撤去 1985年解体開始 1989年終了	即時解体撤去 1992年解体開始 1995年終了	即時解体撤去 1993年解体開始 炉内構造物、SG 加圧器撤去・搬出 完了 1996年原子炉容器 撤去完了 1997年圧力容器搬 出 2007年サイト解放	即時解体撤去 1994年解体開始 1994年~1995年SG、 加圧器撤去完了 1998~1999年 原子炉容器撤去・ 搬出 2005年規制解除	即時解体 1982年解体開始 上部生体遮へい壁 、原子炉格納容器 の上部を解体済 2005年中原子炉容 器、炉内構造物撤 去完了	安全貯蔵・解体撤去 1981~1988年 安全貯蔵 1988年解体開始 1995年終了 1997年緑地化	即時解体撤去 1983年解体開始 原子炉格納容器の 上部を解体、主要 構造物解体撤去 2005年解体完了
解体 工 法	炉内 構造物	原子炉容器と炉内構 造物を一体のまま撤 去	プラスママーク(水中切 断)	原子炉容器と炉内構 造物を一体のまま撤 去・搬出/処分	グラインダー/プラスマ マーク(気中切断)	ハンドソー(気中切断)	プラスママーク(水中切 断)
	原子炉 圧力容器		ダイヤモンドワイヤー ソー	原子炉圧力容器を撤 去/収納容器と一 体化して搬出/処分	ガス切断(原子炉容器 蓋実施済)/ハウター ガス(気中切断)	リングソー(圧力管)	ガス切断/ハンドソー(水 中/気中切断)
	生体 遮へい壁	ダイヤモンドプレートカッター		ハンドブレイカー	ダイヤモンドプレートカッター 等	ダイヤモンドプレートカッター 等	制御爆破 ダイヤモンドワイヤーソー
解体 廃棄物	処分	ハンフォード処分場	リッチランド処分場	ハーンウェル処分場 クライブ処分場	ハンフォード処分場	ドリッグ処分場	モルスレーベン処分場
	再利用 計画	建屋廃材は埋戻材に 利用の予定	建屋はガスタービン発電 所に使用	建屋廃材は埋戻材に 利用の予定	PEG社の工業施設に 転用予定	再利用計画はない	建屋廃材・コンクリートは 路盤材(一般道)として 使用

下記出典をもとに作成した

注: 炉型略称

AGR: 改良型ガス冷却炉
BWR: 沸騰水型軽水炉

HTGR: 高温ガス冷却炉
HWGCR: 重水減速ガス冷却炉

LWBR: 軽水冷却増殖炉
PWR: 加圧水型軽水炉

[出典] (1) 資源エネルギー庁公益事業部原子力発電課(編): 原子力発電便覧1999年版、発電力新報社(1999年10月)、p.779
(2) (社) 日本電気協会新聞部: 原子力ポケットブック2008年版(2008年7月)
(3) 日本原子力産業協会: 世界の原子力発電開発の動向 2007/2008年版

(3) 海外プラント (2/4)



図3 搬出中の SHIPPINGポートの原子炉圧力容器

〔出典〕 科学技術庁：原子力施設の廃止措置(1995年)p.47

(3) 海外プラント (3/4)



埋設開始

図3-2 トロージャン原子炉圧力容器パッケージ
の輸送・処分(2/2)

[出典]宮坂靖彦:米国の発電用原子炉デコミッションングの最新動向、
デコミッションング技報、第21号、32(2000年3月)

(3) 海外プラント (4/4)



PWST解体作業準備(吊り下げ用の支柱設置)



PWST約2/3解体終了時の状態
(外側の吊り下げ用の支柱及び作業用の密閉テントが見える)



プラズマトーチによるタンク切断

図5 トロージャンの1次系冷却水
貯蔵タンク(PWST)の解体作業

[出典]Drian D. Clark, Roger M.Lewis:Radwaste Solutions (March/April.2000), p.28

(1) 除染の概要

(2) 解体前除染

(3) 解体後除染

(1) 除染の概要 (1/4)

放射性物質を含んだ**腐食生成物(クラッド)**を取り除く作業

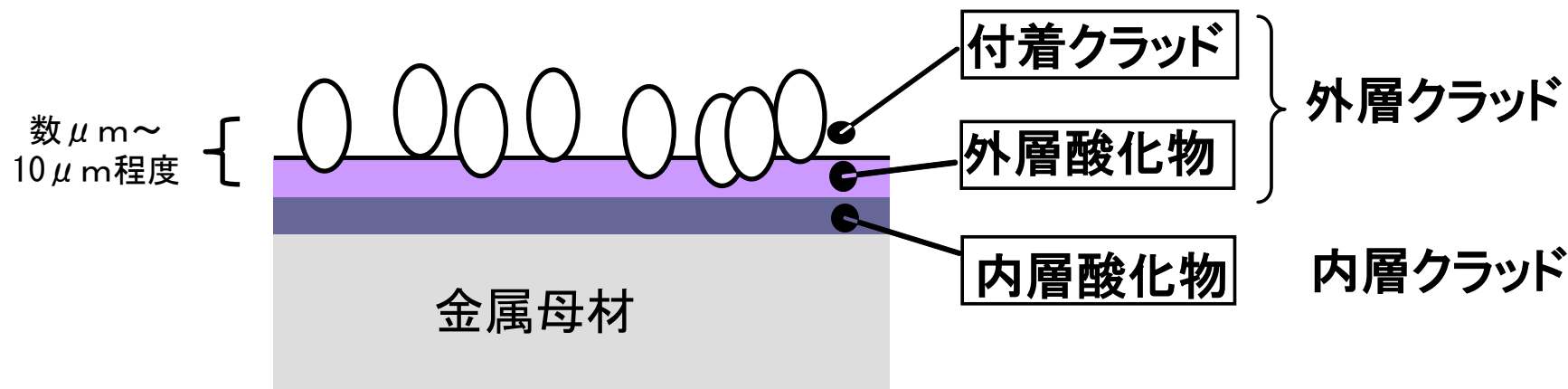
【目的】

- 廃止措置時における周辺公衆被ばくの低減
- 廃止措置時における放射線業務従事者の被ばく低減
- 放射性廃棄物の汚染レベルの低減

(1) 除染の概要 (2/4)

● クラッド

機器・配管内面に付着する金属酸化物(錆)のことで、比較的柔らかい層(外層クラッド)と非常に硬くて緻密な層(内層クラッド)がある。



機器・配管内面に付着する金属酸化物(錆)のことで、比較的柔らかい層(外層クラッド)と非常に硬くて緻密な層(内層クラッド)がある。

(1) 除染の概要 (3/4)

- 除染の効果は、除染係数 (DF: Decontamination Factor) で評価。

$$DF = \frac{\text{除染前放射能濃度}}{\text{除染後放射能濃度}}$$

例えば **DF=10** とは、
放射能濃度が **1/10** になったこと (**90%除去**) を示す。

(1) 除染の概要 (4/4)

● 除染方法の種類

➤ 解体前除染

放射性物質によって汚染された設備、機器及び配管の解体工事を行う前に、実施する除染作業。

当該設備、機器及び配管などの系統内に化学溶液又は反応ガスを循環させ、内表面の汚染物質を溶出又は脱離させ、除去する**化学的除染法***や、汚染物質を被汚染物から、ブラスト法、噴射法、研磨法、振動法等の方法を応用して除去する**機械(物理)的除染法**がある。

*: 系統全体を除染対象とする化学的除染を系統除染とも云う。

➤ 解体後除染

解体した機器・配管などのうち、放射性廃棄物を除染により、汚染レベルを下げる、又はクリアランス物にすることによって、放射性廃棄物量を低減し、処理・処分の合理化を図る目的で実施する。

解体物を化学薬品の入れた槽などに浸して除染する**化学的除染法**や、電解による研磨を用いた**電気化学的除染法**、**機械(物理)的除染法**、などがある。

(2) 解体前除染 (1/5)

他の系統除染方法の例

区分	除染法	概要	実績
酸化・還元 溶解除染法	CORD法 (Chemical Oxidation Reduction Decontamination)	シュウ酸(還元剤)で鉄酸化物を溶解し、過マンガン酸(酸化剤)でクロム酸化物を溶解して除去する方法。	<ul style="list-style-type: none"> Stade (ドイツ PWR) BraseBack (スウェーデン BWR)
	HOP法 (Hydrazine Oxalic acid and Potassium Permanganate)	酸化剤として過マンガン酸カリウムを還元剤として、シュウ酸とヒドラジンをを用いる除染法。	<ul style="list-style-type: none"> ふげん
	T-OZON法 (Toshiba Ozone Oxidizing decontamination for Nuclear Power Plants)	シュウ酸(還元剤)で鉄酸化物を溶解し、オゾン(酸化剤)でクロム酸化物を溶解する除染法。	<ul style="list-style-type: none"> 浜岡1, 2号機
	DFD法 (Decontaminaton for Decommissioning)	フッ化ホウ素酸(HBF ₄)を使用する除染法。	<ul style="list-style-type: none"> Zorita (スペイン PWR) Big Rock Point (アメリカ BWR)
	POD法 (PWR Oxidation Decontamination)	過マンガン酸塩を使用してクロム酸化物、鉄酸化物を溶解、除去する。	SG管から採取されたSUS304とインコネル600を用いた試験を実施。
	AP/還元溶解除染法	クエン酸アンモニウム(AC)、スルファミン酸(Sul)、シュウ酸(OX)などの除染効果を高めるため、アルカリ過マンガン酸塩(AP)による前処理を行う。	<ul style="list-style-type: none"> Shippingport (アメリカ PWR)

参考文献：石樽顕吉, 石倉武. 廃止措置技術ハンドブック除染・解体・再利用編. 原子力発電技術機構 廃止措置技術総合調査委員会 (2007)

(2) 解体前除染 (2/5)

機械(物理)的除染法の例: ブラスト除染

- ブラスト材(金属等の粒)を空気と一緒に伝熱管内に噴出し、内表面を研削する。
適用例: 槽・配管内部、コンクリート等

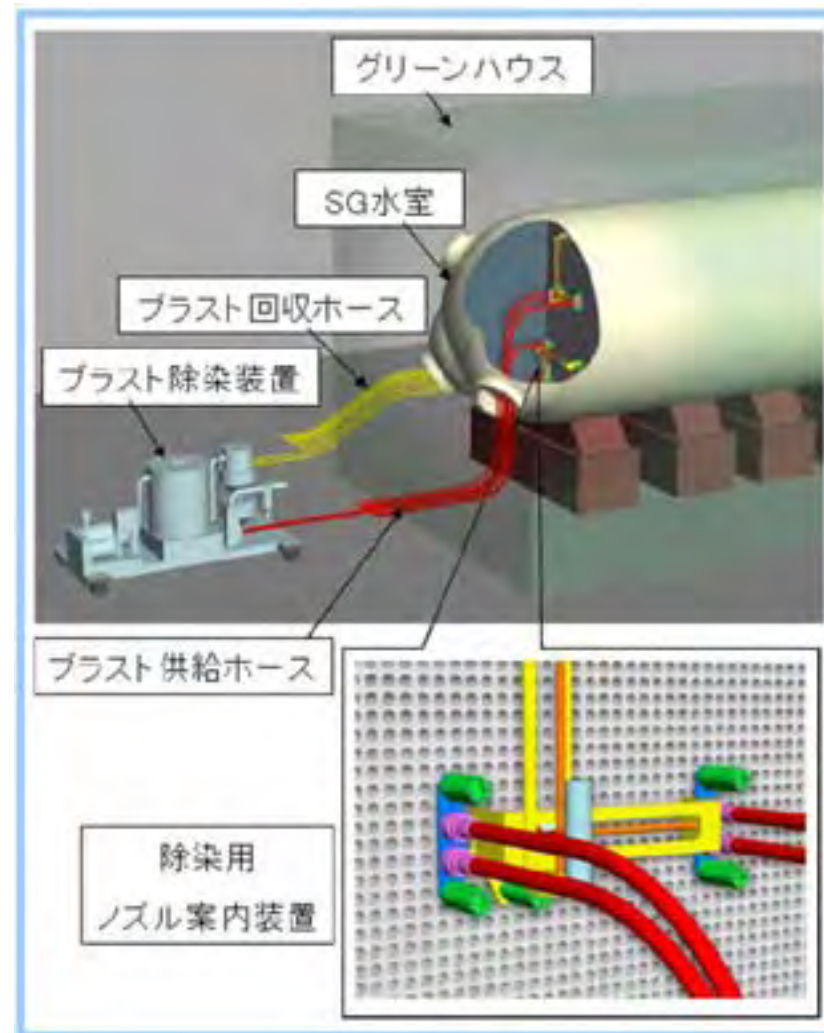
保管SGの伝熱管内部の除染

系統除染での資機材流量を検討したが、下記の課題がある。

化学除染を適用した際のデメリット

- 系統除染との機材流用は極一部に限られる。
- 二次廃棄物の発生量が多い
- 工程が長い。

保管SGの伝熱管除染には、ブラスト除染を適用することを検討



(2) 解体前除染 (3/5)

機械（物理）的除染法の例：旋回流動研磨法配管除染技術(1/2)

〈狙い〉

物理的には除染し難い屈曲部を有する長尺配管の内面汚染を除去する。



流動研磨材に旋回流を付与することにより、従来のブラスト法では研磨材が行き渡らない配管屈曲部も効率良く除染できることを確認。

(2) 解体前除染 (4/5)

機械（物理）的除染法の例：旋回流動研磨法配管除染技術(2/2)

ガス旋回流動研磨法概要

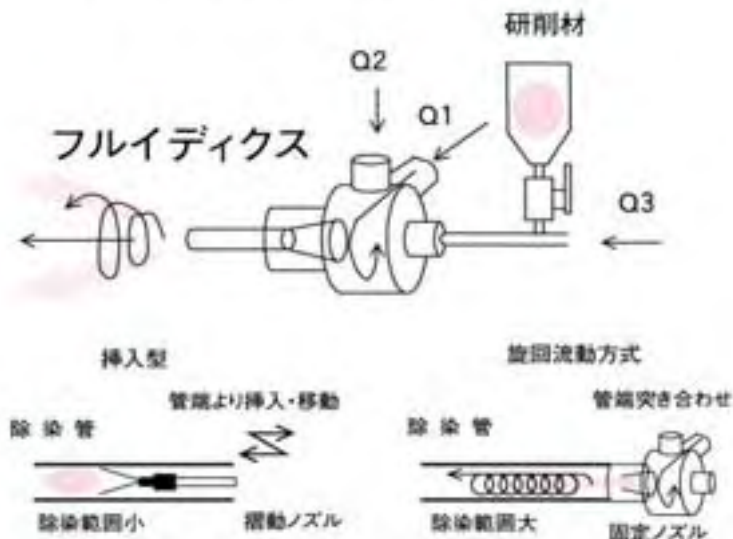
● 旋回流動研磨法の原理

・管内面を旋回粒子により洗浄する。

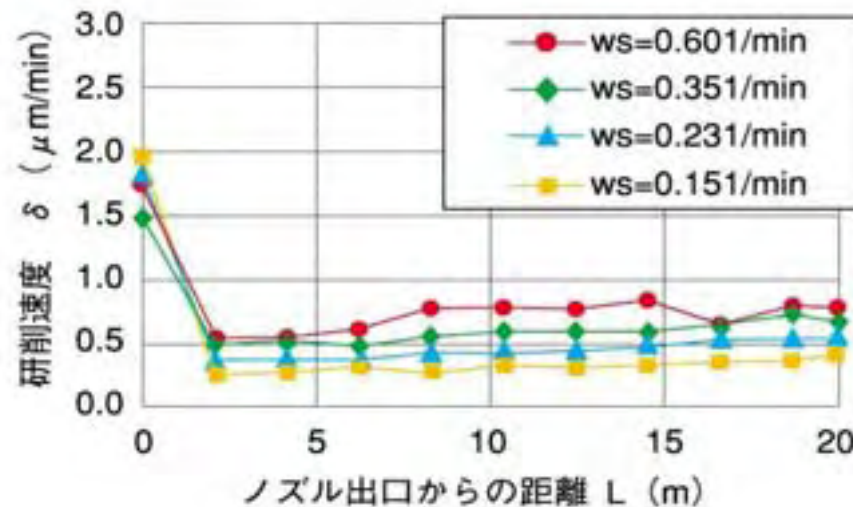
Q1: 旋回流用空気流量

Q2: 旋回流抑制用空気流量

Q3: 研削剤用空気流量



● 旋回流動研磨法による研削（除染）試験例



研削速度の距離特性 (直管の場合)

(2) 解体前除染 (5/5)

他の機械(物理)的除染方法の例

区分	除染法	概要	実績
ブラスト法	スチールブラスト法	スチールの細片を研磨材として高圧の空気とともに、鋼材の表面に投射し、鋼材の表面に形成された放射性汚染物を切削、破壊することにより鋼材を除染する技術。	国内外に実績多数
	ジルコニアブラスト除染法	圧縮空気や遠心ホイールなどを用いて、研削材(ジルコニア)を除染対象物に吹き付けて、除染対象物の表面を表面汚染物とともに研削する除染法。	ホット試験まで、実機適用なし
	アルミナブラスト除染法	圧縮空気や遠心ホイールなどを用いて、研削材(アルミナ)を除染対象物に吹き付けて、除染対象物の表面を表面汚染物とともに研削する除染法。	国内外に実績多数
	ドライアイス(CO ₂)ブラスト除染法	研削材としてドライアイス(CO ₂)を用いる除染法。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定検機材の搬出 ・ コンクリート表面塗装剥離
	アイスブラスト除染法	研削材として氷と低圧空気を用い汚染対象物表面に吹付ける除染法。	PRNL(オークリッジ国立研究所)で汚染試験実施
噴射法	高圧水ジェット除染法	数～数十Paの水圧の噴射水を洗浄対象個所に噴射して除染する方法。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料プール ・ 機器
研磨法	ブラシ除染法	回転ブラシなどを使用して表面の汚染物を洗い落とす方法。	国内外に実績多数
	水流動研磨除染法	除染対象となる配管内を微粒子研磨材と水の混合水流を高速で流動させながら、微粒子研磨材を配管内壁に付着している放射性腐食生成物に衝突させ、そのときの機械的な衝撃力などにより放射性腐食生成物を剥離・除去する除染法。	<ul style="list-style-type: none"> ・ JPDR原子炉
	空気旋回流動研磨除染法	旋回流動する空気に研磨材を混合し、配管内壁を機械的に研削する除染法。	確認試験まで、実機適用なし
振動法	超音波除染法	発振器で発生させた超音波(20KHz以上)を振動子で同じ周波数の機械的エネルギーに変換する。これにより、水や溶剤を振動せ、対象物を洗浄する除染法。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 金属製後部 ・ ポンプのシール

参考文献: 石樽顕吉, 石倉武. 廃止措置技術ハンドブック除染・解体・再利用編. 原子力発電技術機構 廃止措置技術総合調査委員会 (2007)

(3) 解体後除染 (1/2)

解体した機器・配管などのうち、放射性廃棄物を除染により、放射能レベル区分を下げるか、又はクリアランス物にすることによって、放射性廃棄物量を低減し、廃止措置における処理・処分の合理化を図る。

解体後除染の代表的な除染法を以下に示す。

- **機械(物理)的除染法**

汚染物質を被汚染物から、ブラスト法、噴射法、研磨法、振動法等の方法を応用して除去する。

- **電気化学的除染法**

電解液中で除染対象物に電流を流し、表面の薄い層を電気化学的に溶解させる。

- **化学的除染法**

汚染物をタンク、槽などに入れて除染する方法が主。

(3) 解体後除染 (2/2)

解体後除染の代表例

区分	除染法	概要
機械(物理) 的除染法	ブラシ洗浄法	回転ブラシで表面の除染を洗い落とす方法。取扱いが容易であり、二次廃棄物の発生量が少ないなどの利点がある。ブラシの素材に研磨材入りのものを用いることにより除染効果の向上も期待できる。
	高圧水ジェット除染法	加圧水をノズルにより吹付け、表面の汚染物を剥離・除去する方法。除染時管やコストの面で有利ではあるが、発生廃液が多くなるなどの問題がある。
	超音波洗浄法	超音波により発生した局所的な衝撃力により汚染を剥離・除去する方法、複雑な形状にもものに対してもその効果が期待できる。
	ブラスト除染法	研磨材を加速流体とともにノズルより吹付け、その衝撃力で表面を研磨し、汚染を除去する方法。研磨材としては砂、ガラス、金属、セラミックス(ボロン酸化物)などが用いられる。また加速流体としては、気体(主として空気)が使われる。短時間に比較的高い除染効果が得られるなどの利点があるが、研磨材の破損あるいは汚染によって二次廃棄物が増大する傾向がある。このため、氷やドライアイスを研磨剤として使うものもある。
	塗膜剥離除染法	特殊なペイントを汚染面に塗布し、その後乾燥・固化したペイントを汚染物質もろとも剥がし取る方法。除染効果はそれほど高くないが、取扱いが容易である。
	振動除染法	タンクの中に除染対象物と研磨材を入れ、振動を与えることにより、汚染を研磨・除去する方法。取扱いが容易であるが、研磨材の洗浄あるいは交換に注意が必要。
電気化学的 除染法	電解液中で除染対象物に電流を流し、表面の薄い層を電気化学的に溶解することにより、汚染を除去する方法。電解液の種類が電極の形状などが異なっているいくつかの方法が提案されている。いずれも、短時間で高い除染効果が期待できるが、対象物の形状の影響、使用した電解液の処理などが課題とされている。	
化学的除染 法	浸漬化学除染	化学除染液に除染対象物を浸し、化学反応によって溶解させ汚染を除去する方法。除染液としては強力な酸が使われることが多い。強力な酸化剤であるセリウム(IV)の硫酸溶液は、その金属に対する強い溶解性から有力な方法の一つである。この方法は、形状の影響をさほど受けにくいという利点があるが、除染時間が比較的長くなることと、使用した除染液の処理が課題とされている。

参考文献: 石樽顕吉, 石倉武. 廃止措置技術ハンドブック除染・解体・再利用編. 原子力発電技術機構 廃止措置技術総合調査委員会 (2007)

- (1) 原子炉等機器類解体技術
- (2) 建屋類解体技術

(1) 原子炉等機器類解体技術 (1/3) ① 工法の動向

種類	工法	特徴	実績
熱的切断法	プラズマアーク	切断時間は早く、効率的であるが、切断時の二次廃棄物(粉塵等)発生量が多く、かつ微粒粉塵により、作業性低下(水の透明度、雰囲気線量率)。	YRの炉内構造物、GMのRPV
	レーザー	同上。ただし、二次廃棄物量はプラズマアーク法に比べ少ない。	NUPEC炉内構造物切断確証
機械的切断法	ウォータージェット	切断時の粉塵発生は少ないが、切断に研磨材を用いるため二次廃棄物量大。	CY/MY/SOの炉内構造物
	バンドソー	二次廃棄物発生量が少なく、かつ、粒径大のため除去が容易。切断速度は遅く、また、切断反力のため装置が大型化。	GMの熱交、BR3の炉内構造物
	ディスクソー		BRP/RSの炉内構造物

注) YR: 米ヤンキーロー、GM: 独グンドレミンゲン、CY: 米コネチカットヤンキー、MY: 米メインヤンキー、SO: 米サンオノフレ1号機、BR3: ベルギー試験炉、RS: 米ランチョセコ

(1) 原子炉等機器類解体技術 (2/3) ②遠隔技術(1/2)

- 線量が高い、炉内構造物、原子炉容器、生体遮へい壁等の解体は、放射線被ばく防止の観点から、遠隔操作によって行われる。
- 種々の複雑な遠隔操作作業を効率的に行うためには、高度な作業機能を備えた遠隔装置(ロボット)が必要である。
- このような環境下で使用する解体用遠隔ロボット装置には、通常的环境下で使用される一般産業用のロボット装置と異なり、耐放射線性という技術的に厳しい要求が課せられる。

(1) 原子炉等機器類解体技術 (3/3) ②遠隔技術(2/2)

◆ 国内実績例

(JPDR解体実証試験に用いた遠隔解体ロボット技術)

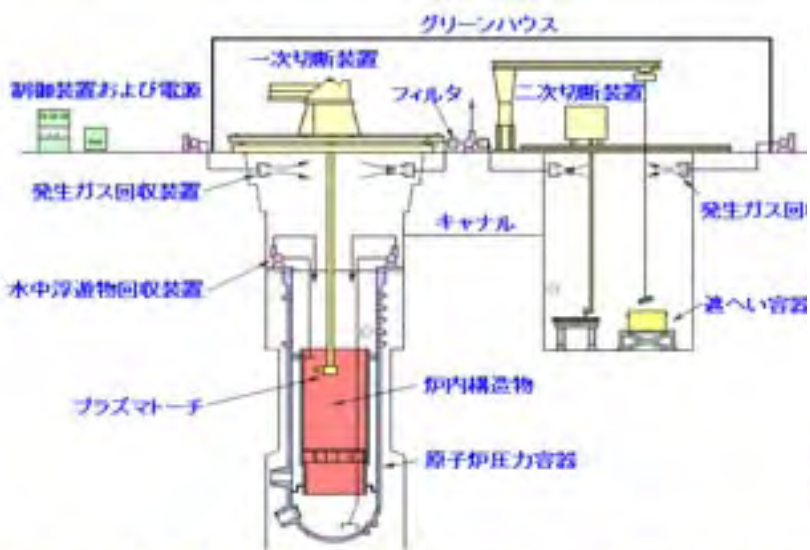


図1 マスト型遠隔装置によるプラズマアーク切断システム(JPDR)

[出典] 宮坂靖彦ほか:JPDR解体実証試験の概要と成果, 原子力学会誌, Vol.38, No.7, p.553-576 (1996)

◆ 海外実績例

(ニーダライヒバツハ炉(KKN)に用いた
回転マニピュレータ型遠隔解体装置)



図2 JPDRに用いたマニピュレータ型
ロボット装置のスレーブ・アーム
[出典] 宮坂靖彦ほか:JPDR解体実証試験の概要と成果,
原子力学会誌, Vol.38, No.7, p.553-576(1996)



図4 放射化している炉内構造物の撤去に用いた
回転マニピュレータ型遠隔解体装置(KKN)

[出典]V. Rudinger et. al: Report the First Steps of the Remote-Contolled Dismantling of the Pressure-tube HWGCR of KKN at Niedersachbach, 2nd Seminar on large-scale operation for the dismantling of nuclear installations in the European Communities, Sellafield, Sep. 1991, p.49-79

(2) 建屋類解体技術 (1/2)

① 生体遮へい壁解体工法(高放射化部と低放射化部)

- ✓ 国外ではコンクリート建造物の解体には大型ブレーカ、圧砕機が採用される動向
- ✓ 国内では、高放射化部には廃棄物区分境界を精度よく切り分け、切断深さを深くできるダイヤモンドワイヤーソーが、低放射化部には大量のコンクリート建造物を迅速に切断できる制御爆破を主とする工法が適用性ありと評価

メインヤンキーの格納容器解体



トロージャンの格納容器解体



(2) 建屋類解体技術 (2/2)

② 一般建屋解体工法動向

✓ 国外ではコンクリート建造物の解体には大型ブレーカ、圧砕機、制御爆破が採用されている。制御爆破は解体効率がよいが、振動・粉塵・騒音への対策が必要。

✓ 国内では、JPRDで制御爆破が適用されたが、一般コンクリート建造物の解体に適用されている大型ブレーカ、圧砕機が適用性ありと評価。制御爆破は鉄筋の多い我が国のコンクリート建造物には個別の適用性評価要。

サンオノフレの管理建屋解体



メインヤンキーの爆破解体



- (1) 廃棄物種類、発生量と放射能インベントリ
- (2) 廃棄物処理技術
- (3) 放射能レベルに応じた廃棄物の処分
- (4) クリアランス物の再利用

(1) 廃棄物種類、発生量と放射能インベントリ (1/4)

① 放射能レベルによる廃棄物の分類

- ・L1廃棄物: **比較的放射能レベルの高いもの**
- ・L2廃棄物: 放射能レベルの**低いもの**
- ・L3廃棄物: 放射能レベルの**極めて低いもの**
- ・CL(クリアランス)物: **放射性物質として扱う必要のないもの**
- ・NR(非放射性)物: **放射性ではないもの**
(汚染がなく、放射化の影響を考慮する必要がないことが明らかなもの)

(1) 廃棄物種類、発生量と放射能インベントリ (2/4)

② 発電所解体廃棄物の物量の例

【単位:トン】

	BWR(1,100MWe級)	PWR(1,100MWe級)
L1廃棄物	80	200
L2廃棄物	850	1,720
L3廃棄物	11,810	4,040
クリアランスレベル以下の廃棄物	523,910	488,960
合計	536,650	494,920

注1) L1廃棄物: 余裕深度処分対象

L2廃棄物: 浅地中ピット処分対象

(六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける申請濃度)

L3廃棄物: 浅地中トレンチ処分対象

(原子炉等規制法の政令に定める基準値の10分の1の濃度)

注2) クリアランスレベル: 放射能濃度確認規則に規定されたレベル

出典: 電気事業連合会「原子力発電施設廃止措置費用の過不足について」(補足資料)

Ⅱ-3. 廃棄物処理技術とその処分 (4/19)

(1) 廃棄物種類、発生量と放射能インベントリ (3/4)

③ PWR(1,100MWe級)解体廃棄物の内訳《参考》

放射性核種濃度区分 (Bq/t)	金属廃棄物			コンクリート廃棄物		
	放射化	汚染	合計	放射化	汚染	合計
>3.7E+13	80	0	80	0	0	0
3.7E+13~3.7E+12	10	0	10	0	0	0
3.7E+12~3.7E+11	240	10	250	100	0	100
3.7E+11~3.7E+10	0	30	30	190	0	190
3.7E+10~3.7E+09	960	580	1,540	120	0	120
3.7E+09~3.7E+08	50	360	410	190	0	190
3.7E+08~3.7E+07	440	520	960	410	0	410
3.7E+07~3.7E+06	140	390	530	600	0	600
3.7E+06~3.7E+05	80	30	110	1,090	0	1,090
3.7E+05~3.7E+04	1,320	370	1,690	4,060	20	4,080
3.7E+04>	260	880	1,140	4,090	0	4,090
小 計	3,580	3,170	6,750	10,850	20	10,870
非放射性廃棄物	34,430			442,870		
廃棄物種類別合計	41,180			453,740		
総 合 計	494,920					

出典：公益財団法人 原子力環境整備促進・資金センター ホームページ

(1) 廃棄物種類、発生量と放射能インベントリ (4/4)

④ 解体撤去で発生する廃棄物量(1100MWe級軽水炉の試算)

放射性廃棄物でない **約93%**
廃棄物
(大部分がコンクリート廃棄物:約49.5万トン)



建物のコンクリート、
ガラス、金属など



クリアランス物 **約5%**
(金属・コンクリート廃棄物:約2.8万トン)



金属・コンクリート・
ガラスなど

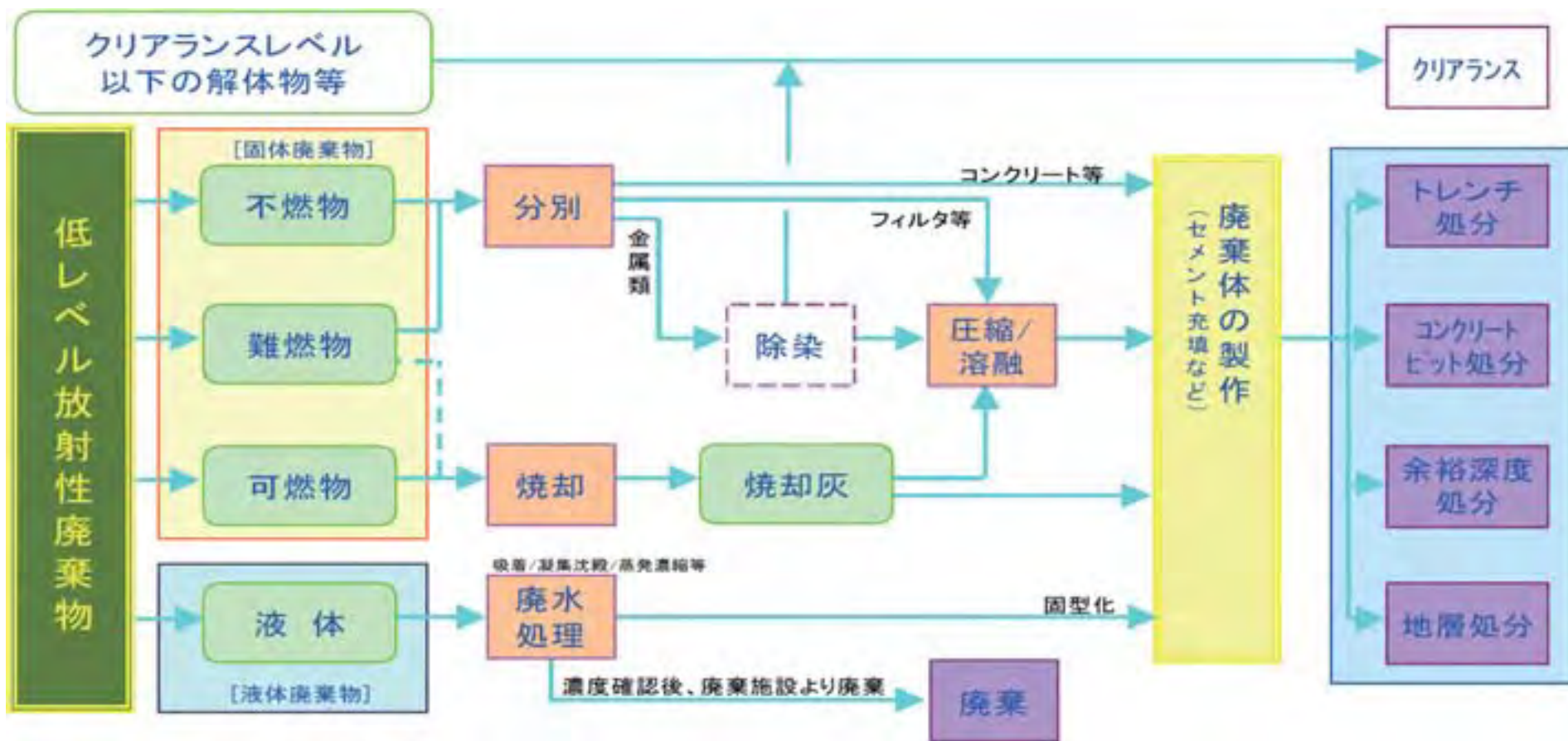
解体用資材など

低レベル放射性廃棄物 **約2%**
(大部分が金属廃棄物:約1.3万トン)

出典:原子力安全・保安院 パンフレット

(2) 廃棄物処理技術 (1/4)

① 放射性廃棄物処理・処分の基本フロー

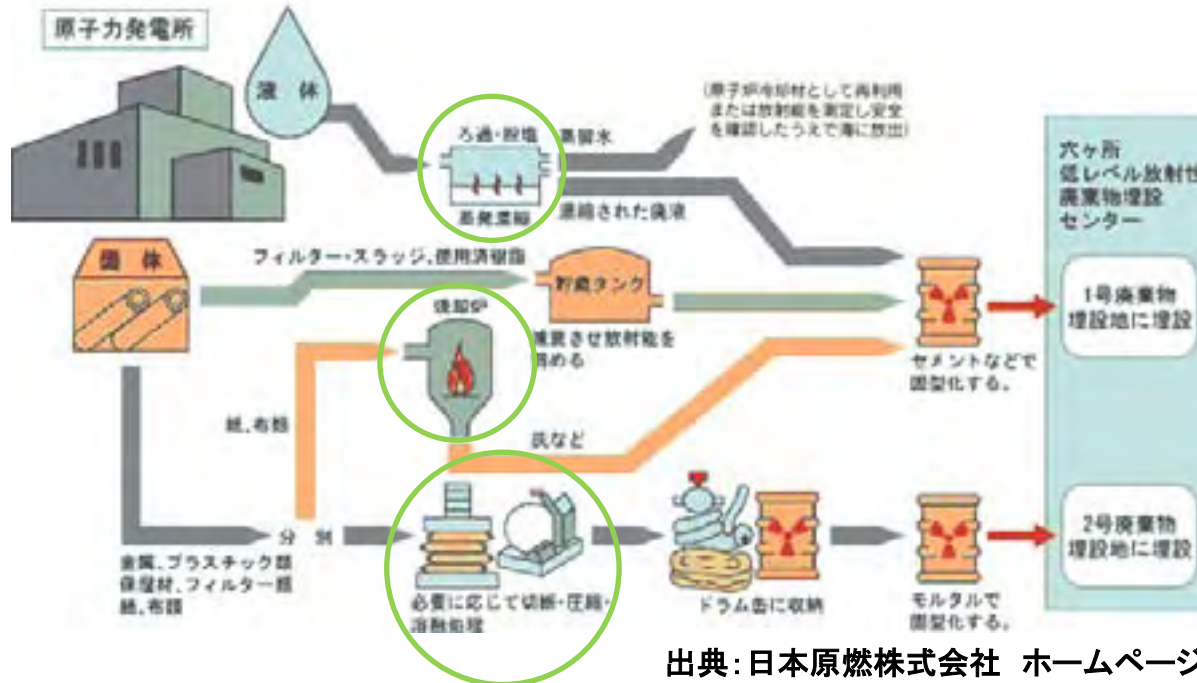


出典: JAEA-Technology 2012-028

(2) 廃棄物処理技術 (2/4)

② 供用期間中設備の有効利用

埋設するための処理方法(例)



《 廃液蒸発装置 》



《 焼 却 炉 》



出典: 日本ガイシ株式会社
ホームページ

廃止措置で発生する廃棄物は、基本的に供用期間中の廃棄物と同等であることから、廃液蒸発装置、焼却炉などの供用期間中装置にて処理することが合理的。但し、廃止措置には引当金が充当されるため、供用期間中廃棄物と混在させずに分けて処理する必要がある。

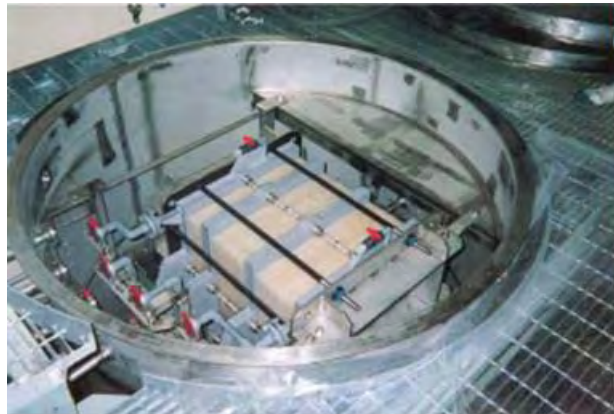
➡ 『廃止措置でも使用可能な処理装置の維持管理計画』
『供用期間中廃棄物^{注)}の混在回避のための運用計画』 } が重要

注) 廃止措置対象号機の引当金の問題以外に、仮に運転中号機の廃棄物に廃止措置関連廃棄物を混入させた場合にも当該廃棄物へのスケーリングファクタ法による核種評価手法が適用できず、埋設処分が困難となるため注意が必要

(2) 廃棄物処理技術 (3/4)

③ 使用済樹脂処理 (溶離・硫酸回収の場合)

系統除染廃液を通液した脱塩樹脂の放射能レベルは、供用期間中に発生する使用済樹脂と同等以上であり、L1廃棄物相当の有機物となる⇒**無機化要**

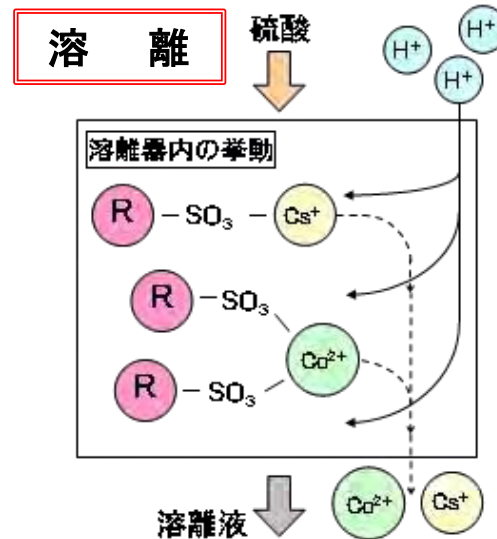


除染係数(DF)

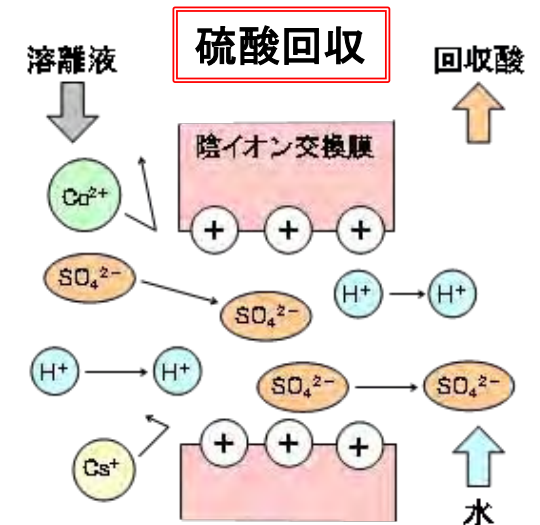
Co: 10^3 以上

Cs: 10^2 以上

注) 系統除染廃液を通液した脱塩塔樹脂についても供用期間中使用済樹脂と同等の性能が得られることを確認済



使用済樹脂に吸着されているCo-60、Cs-137等の放射性物質(大部分が陽イオン核種)は硫酸中の多量の水素イオン(H⁺)とのイオン交換により樹脂から分離される



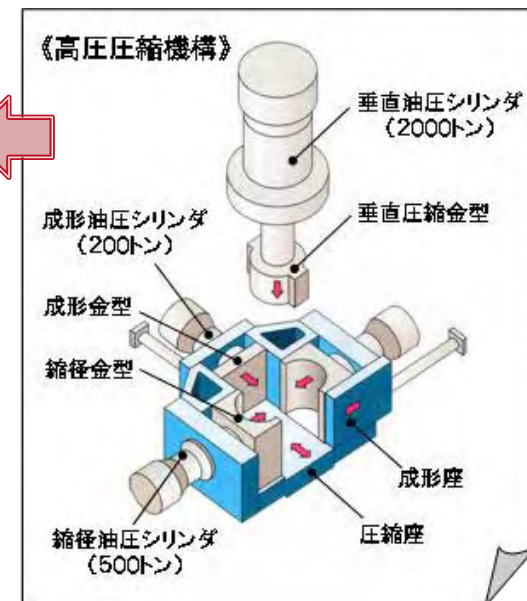
正電荷固定基を持った陰イオン交換膜を介して溶離液と水を対向流に流し、溶離液中のCo-60等の金属陽イオンが膜正電荷に反発されることを利用して硫酸を優先的に回収する

○溶離液から90%以上の硫酸を回収・再使用することで、廃液を低減

○硫酸を回収した廃液は、中和・濃縮処理を行って、更に減容

(2) 廃棄物処理技術 (4/4)

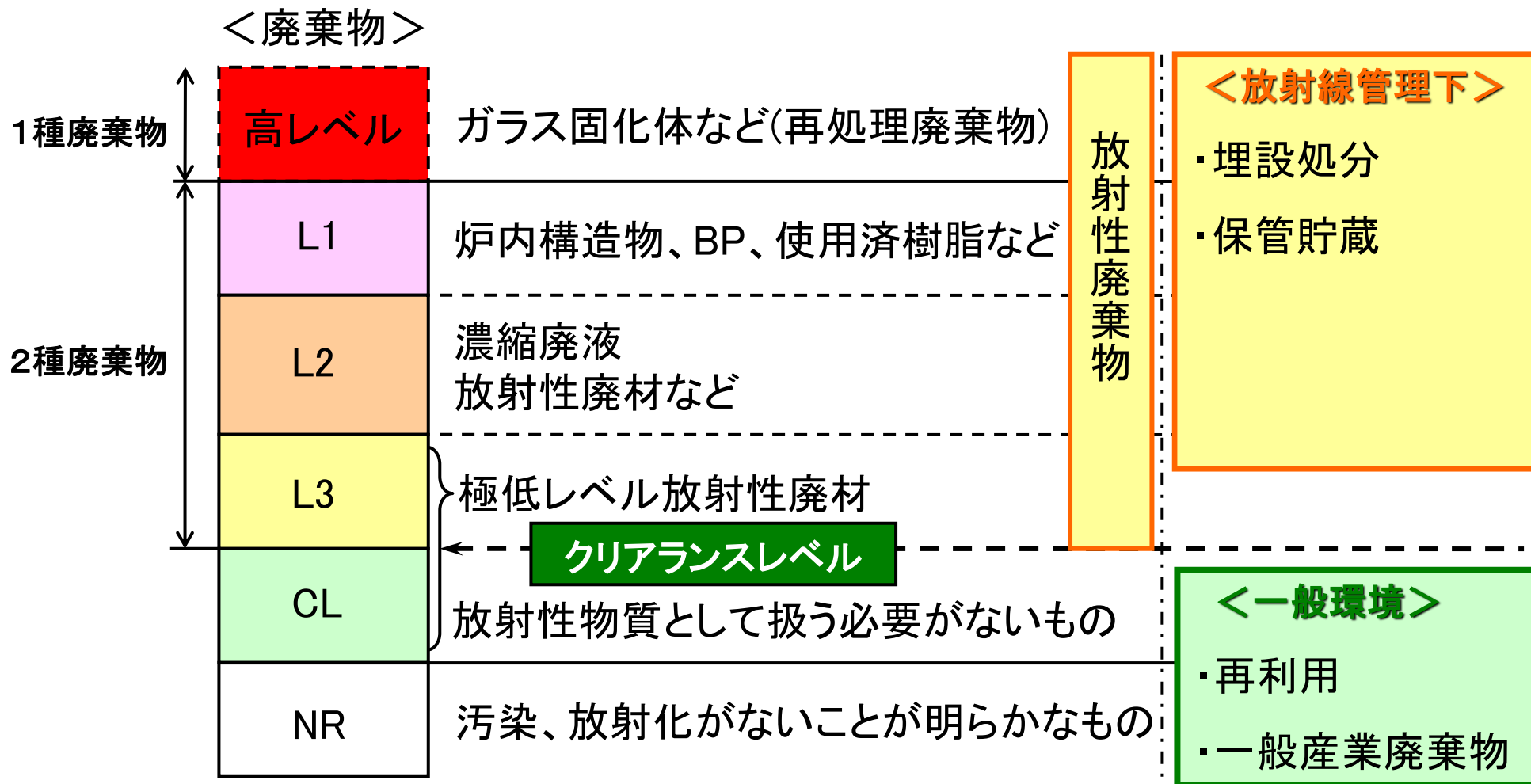
④ 不燃物の高減容処理 (高圧圧縮の例)



- 力学的に無理のない機構で、金属廃棄物を1/3～1/4に減容可能
- 搬出入チャンバ内の圧縮体高さ測定機能と、圧縮体チャンバ内の高さ選択機能により、ドラム缶再充てんの最適化が可能
- チャンバ内負圧管理により、放射性ダストの飛散を防止

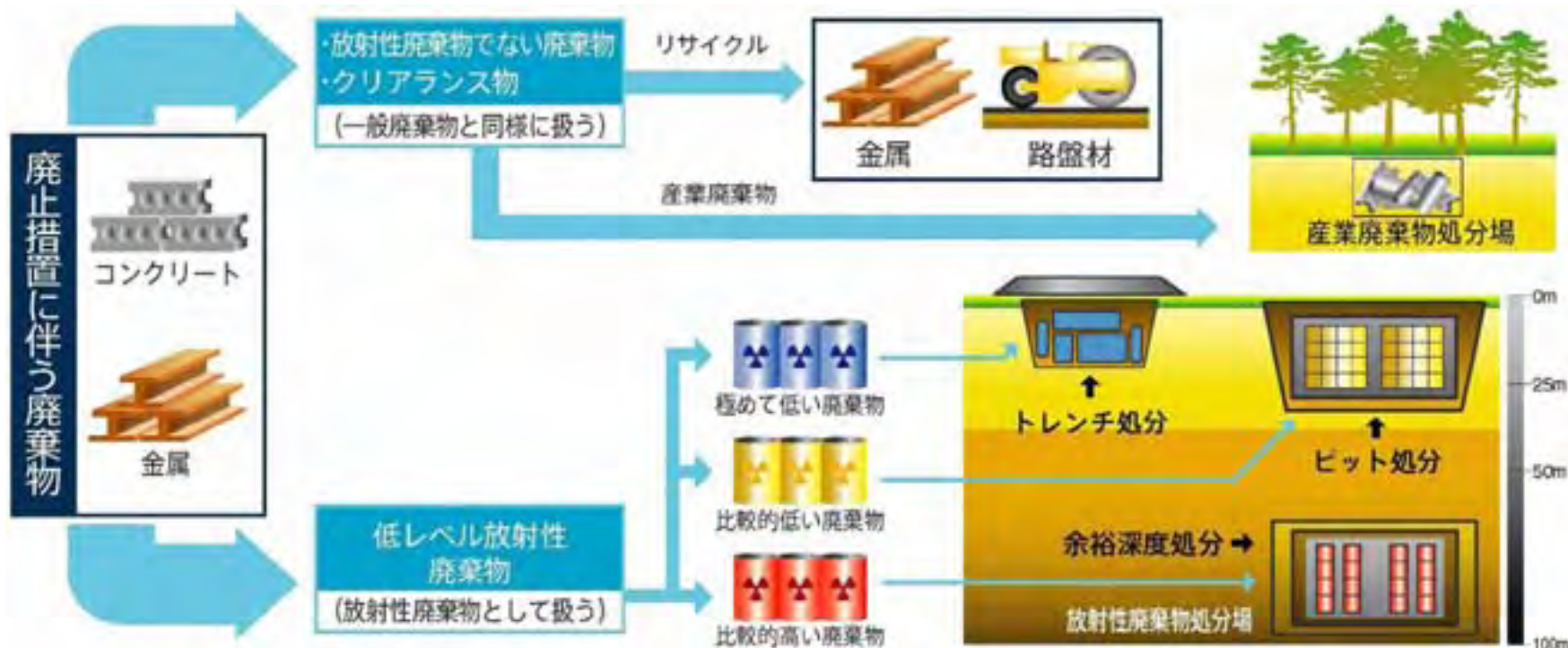
(3) 放射能レベルに応じた廃棄物の処分 (1/5)

① 放射性廃棄物のレベルと呼称



(3) 放射能レベルに応じた廃棄物の処分 (2/5)

② 放射性レベル別廃棄物の処分



※1 余裕深度処分

建造物の基礎や地下鉄、共同溝などの一般的な地下利用に対しても十分に余裕を持った深度に、コンクリートでトンネル型やサイロ型の建造物をつくり、廃棄物を埋設処分する方法です。

※2 ピット処分

地表を掘削した後、コンクリート製の箱を設置してその中に廃棄物を定置し、モルタルなどで充填する処分方法です(青森県六ヶ所村にある日本原燃・低レベル放射性廃棄物埋設センターにて埋設)。

※3 トレンチ処分

コンクリートピットなどの人工バリアを設けず、素掘りの溝状などの空間に廃棄物を定置して埋設する処分方法です。

出典:原子力安全・保安院 パンフレット

(3) 放射能レベルに応じた廃棄物の処分 (3/5)

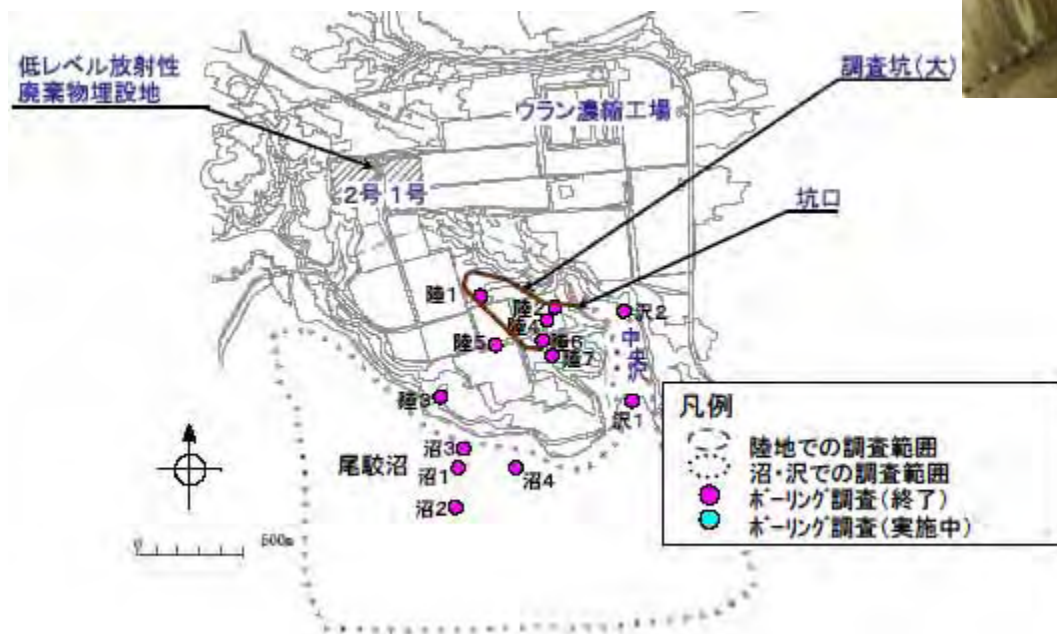
③ 六ヶ所低レベル廃棄物埋設施設



出典: 日本原燃株式会社 ホームページ

(3) 放射能レベルに応じた廃棄物の処分 (4/5)

④ 余裕深度処分施設の建設状況

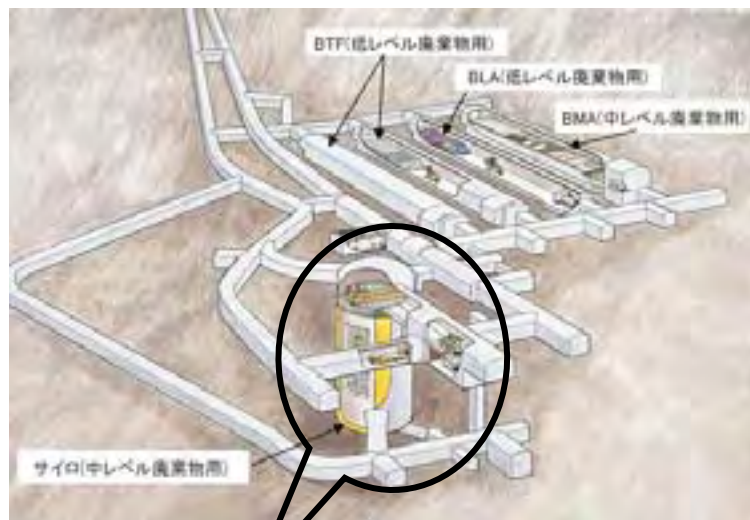


出典: 日本原燃株式会社 ホームページ

(3) 放射能レベルに応じた廃棄物の処分 (5/5)

⑤ 4号との類似施設(海外の例)

サイロ型処分場の例
(スウェーデンSFR処分施設)



大型廃棄物処分の例
(米国リッチランド処分場)



注)本シートの何れも正確には、施設構造や対象とする放射能レベルが現在検討中の日本原燃株式会社4号埋設施設と同じではないが、類似の施設の例として掲載したものである。

出典:公益財団法人 原子力環境整備促進・資金センター ホームページ

(4) クリアランス物の再利用 (1/5)

① クリアランスレベルとは

- 放射性物質として扱う必要がない物を区分するレベル
- 原子力安全委員会
 - ・「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」(H11年3月17日)
 - ・評価対象: 軽水炉・ガス炉/廃炉時解体廃棄物と運転廃棄物/金属とコンクリート (保温材を含む)

管理区域から発生する対象物のうち「放射性物質として扱う必要がないもの」を区分するための区分値(原子力安全委員会「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」(H11年3月17日))

重要放射性核種	クリアランスレベル (Bq/g)	RS-G-1.7 (Bq/g)
H-3	200	100
Mn-54	1	0.1
Co-60	0.4	0.1
Sr-90	1	1
Cs-134	0.5	0.1
Cs-137	1	0.1
Eu-152	0.4	0.1
Eu-154	0.4	0.1
α核種	0.2	0.1

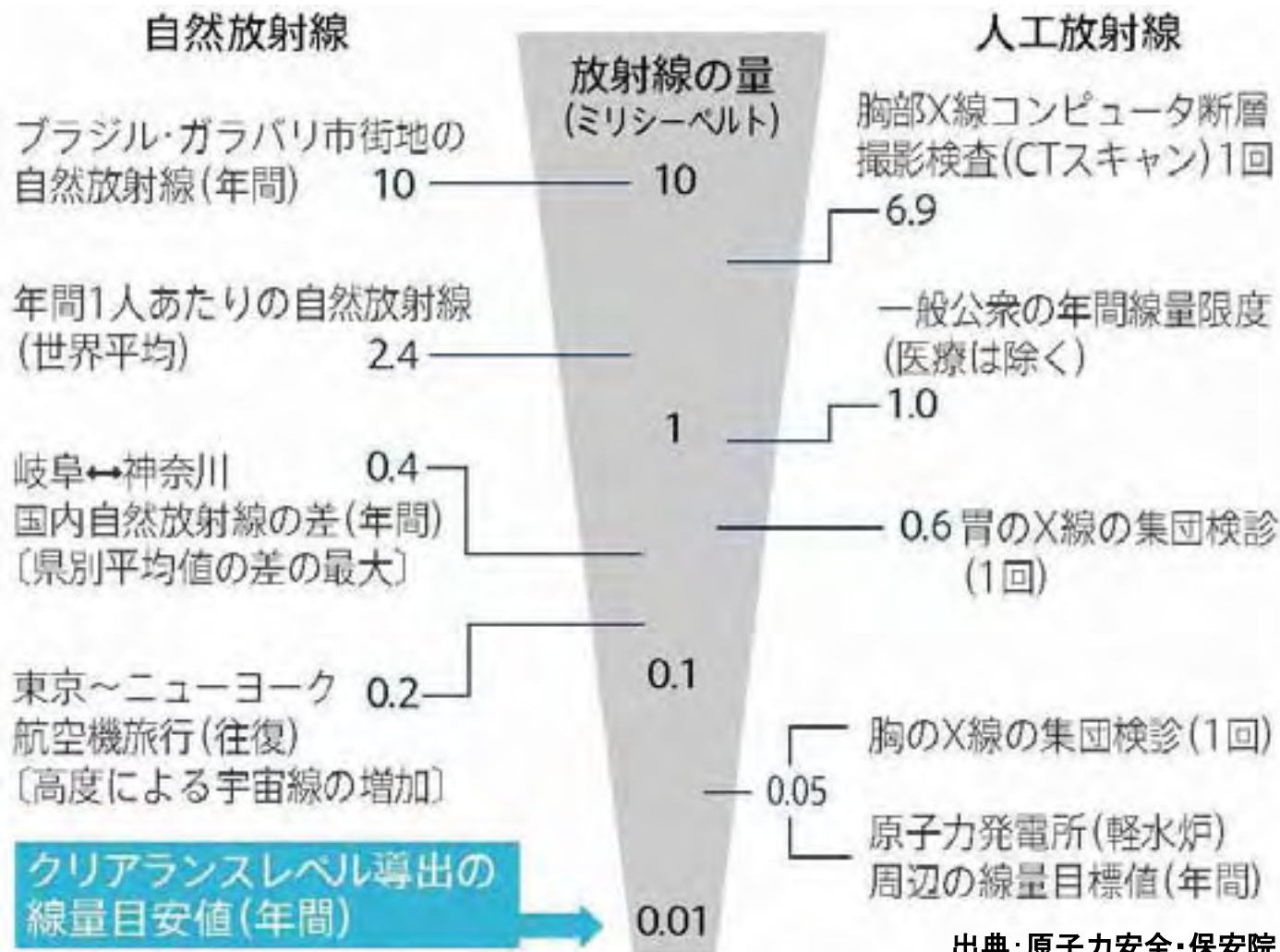
対象物の放射能濃度D(Bq/g)により以下の式で判定

$$\sum_i D_i / C_i \leq 1$$

測定/評価値 クリアランスレベル

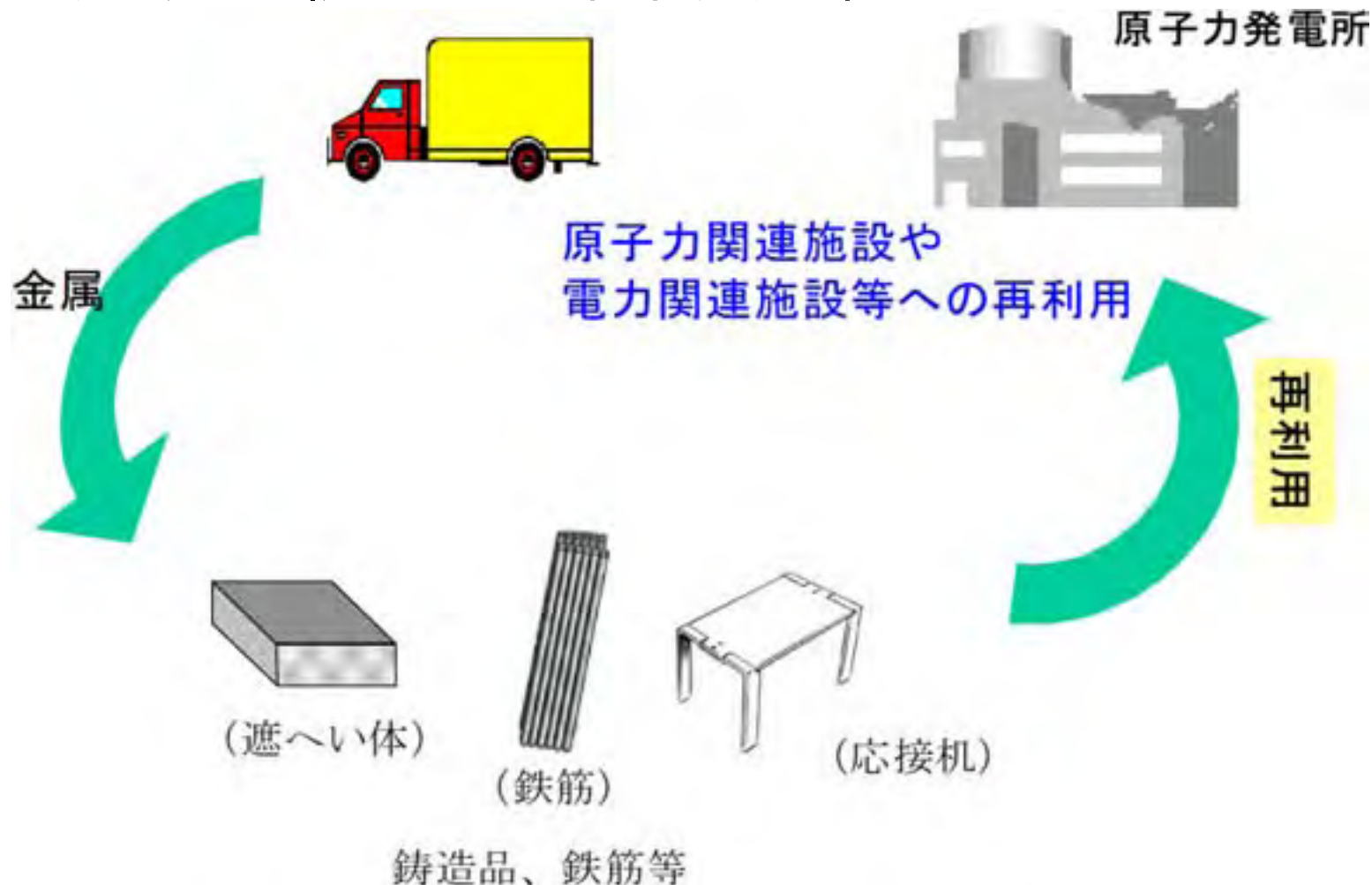
(4) クリアランス物の再利用 (2/5)

② クリアランスレベル導出の目安値



(4) クリアランス物の再利用 (3/5)

③ クリアランス物の当面の再利用方針



出典: 日本アイソトープ協会 石樽 顕吉 資料「原子力発電施設の廃止措置に伴う廃棄物処分に係る安全研究について」

(4) クリアランス物の再利用 (4/5)

④ 東海発電所でのクリアランス物再利用(鋳造品)



ベンチ



応接テーブル

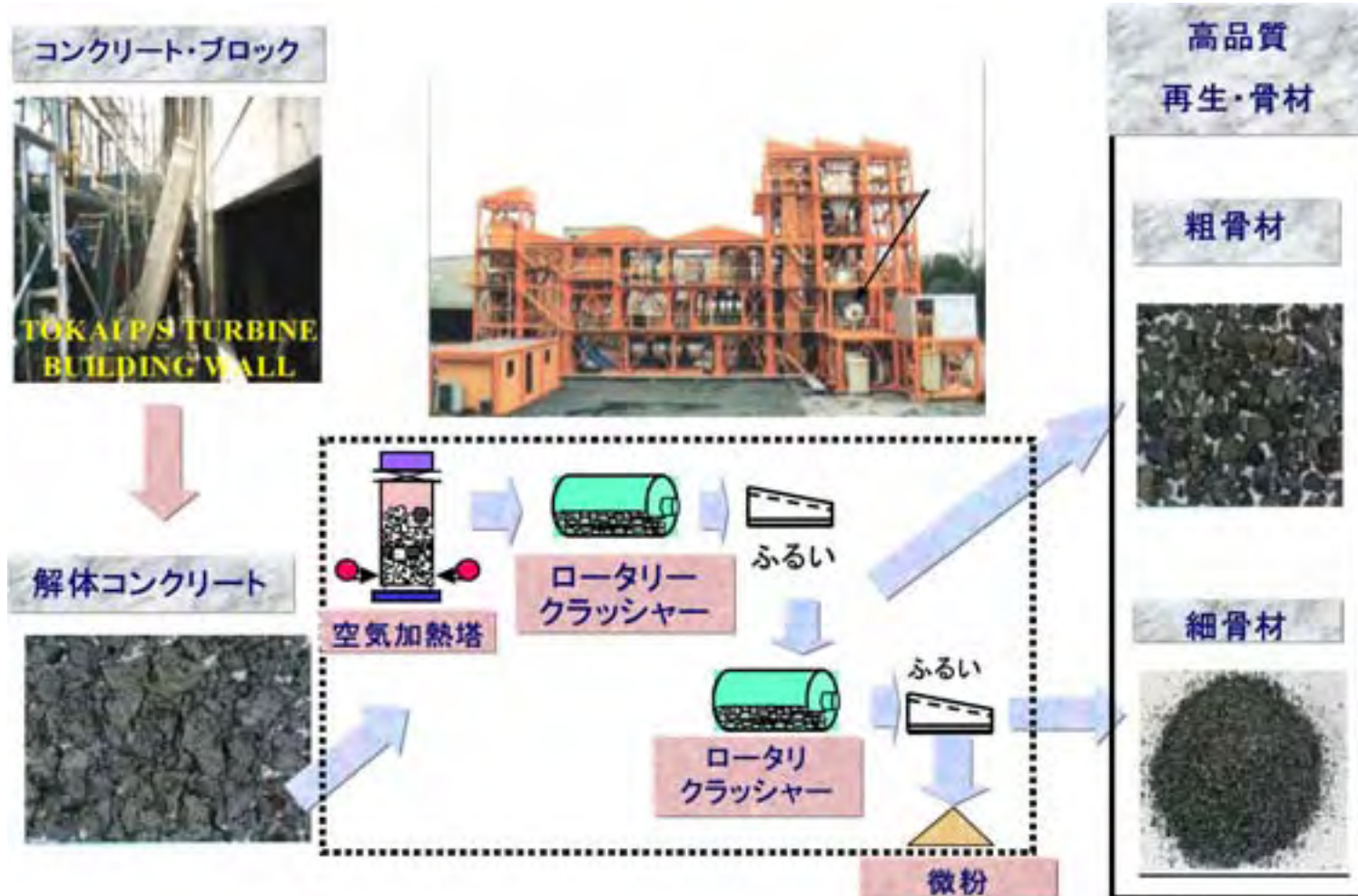


遮へい体 (KEK向け) 1000×500×200mm 約700kg

出典: 日本アイソトープ協会 石樽 顕吉 資料「原子力発電施設の廃止措置に伴う廃棄物処分に係る安全研究について」

(4) クリアランス物の再利用 (5/5)

⑤ 解体コンクリートの再利用



出典: 日本アイソープ協会 石樽 顕吉 資料「原子力発電施設の廃止措置に伴う廃棄物処分に係る安全研究について」

- (1) 放射線測定の概要**
- (2) クリアランスレベル測定装置**
- (3) 廃棄体搬出検査装置**

(1) 放射線測定の概要 (1/4)

◎放射線の種類

α 線 : Heの原子核

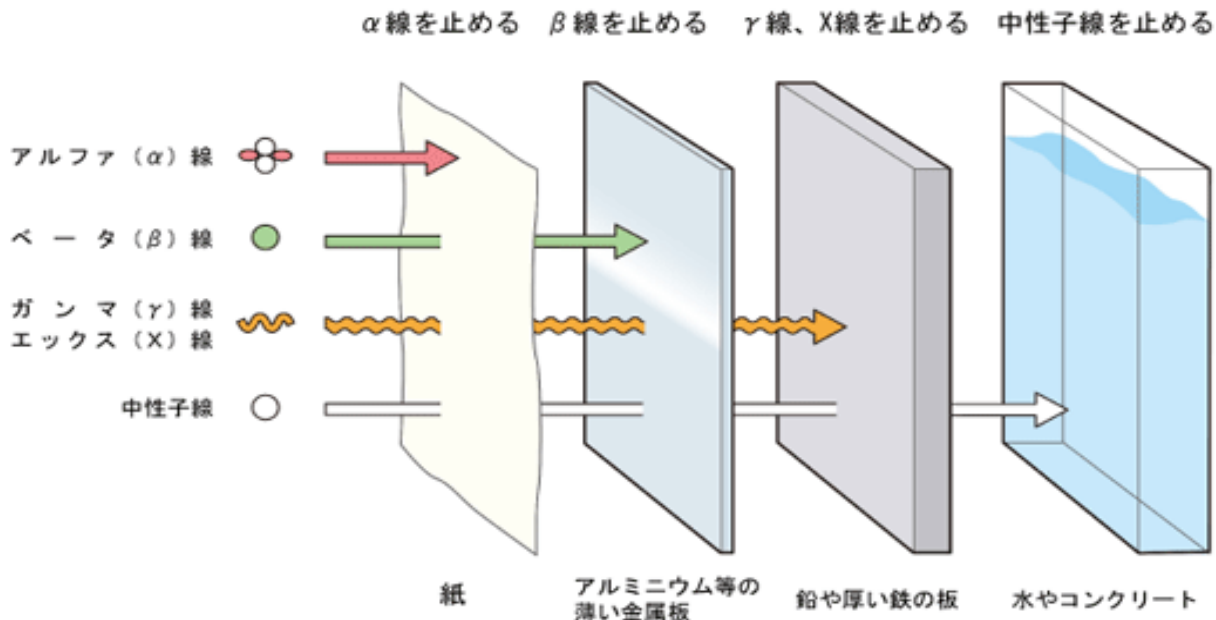
β 線 : 原子核の β 壊変時に放出される電子線

γ 線 : 励起エネルギー状態にある原子核がより低い状態または基底状態に移るとき、もしくは粒子が消滅するときに放出する電磁波

X線 : 電磁波の一種で普通、紫外線と γ 線との間の波長をもっている

(1) 放射線測定の概要 (2/4)

放射線の種類と透過力



出典:「原子力・エネルギー」図面集2012 6-1-6

(1) 放射線測定の概要 (3/4)

(1) 放射線の検出方法と測定器の種類

検出方法	測定器
気体の電離作用を利用するもの	電離箱
	比例計数管
	GM計数管
固体の電離作用を利用するもの	半導体検出器
蛍光作用を利用するもの	シンチレーション検出器
	熱ルミネセンス線量計(TLD)
	ガラス線量計
写真作用を利用するもの	フィルムバッジ

出典:公益財団法人 原子力安全研究協会 緊急被ばく医療研修 ホームページ

(1) 放射線測定の概要 (4/4)

放射線検出器	α線	β線	γ線	
GM管(ガイガー・ミュラー管)	○	○	△	γ線検出の感度が劣る
CsI(Tl), NaI(Tl)シンチレータ	—	—	○	GM管に比べて高感度
SiLi Ge半導体	—	(○)	○	電子回路で小型化

(1) GM(ガイガー・ミュラー)計数管

GM計数管では、高電圧下で放射線が入射すると封入ガスの電離が起こり、陽イオンと電子が生じる(電離作用)。発生した電子は陽極に向かって数を増しながら移動するとともに、陽イオンは陰極に移動して、瞬間的にパルス電流を流す。そのパルスの数を数えることによって、放射線の量を計測。

(2) シンチレーションカウンタ

放射線的作用によって蛍光を発する物質(シンチレータ)を利用(蛍光作用)。シンチレータに放射線が入るとそれを構成する原子が励起され、短時間に元の状態に戻る。この時励起エネルギーに相当する発光が生じる。この原理を利用し、放射線の飛び込んだ数と放射線エネルギーを測り、線量に換算。

(3) 半導体検出器

半導体検出器は、シリコン、ゲルマニウム、化合物半導体などの固体の電離作用を利用した放射線検出器。半導体検出器は、放射線のエネルギー分解能が非常に良いため放射性核種分析に用いられる。また、電子式ポケット線量計はこの検出器を用いたもので、簡便に放射線量を測定可能。

(2) ①クリアランスレベル測定装置(ボックス型)

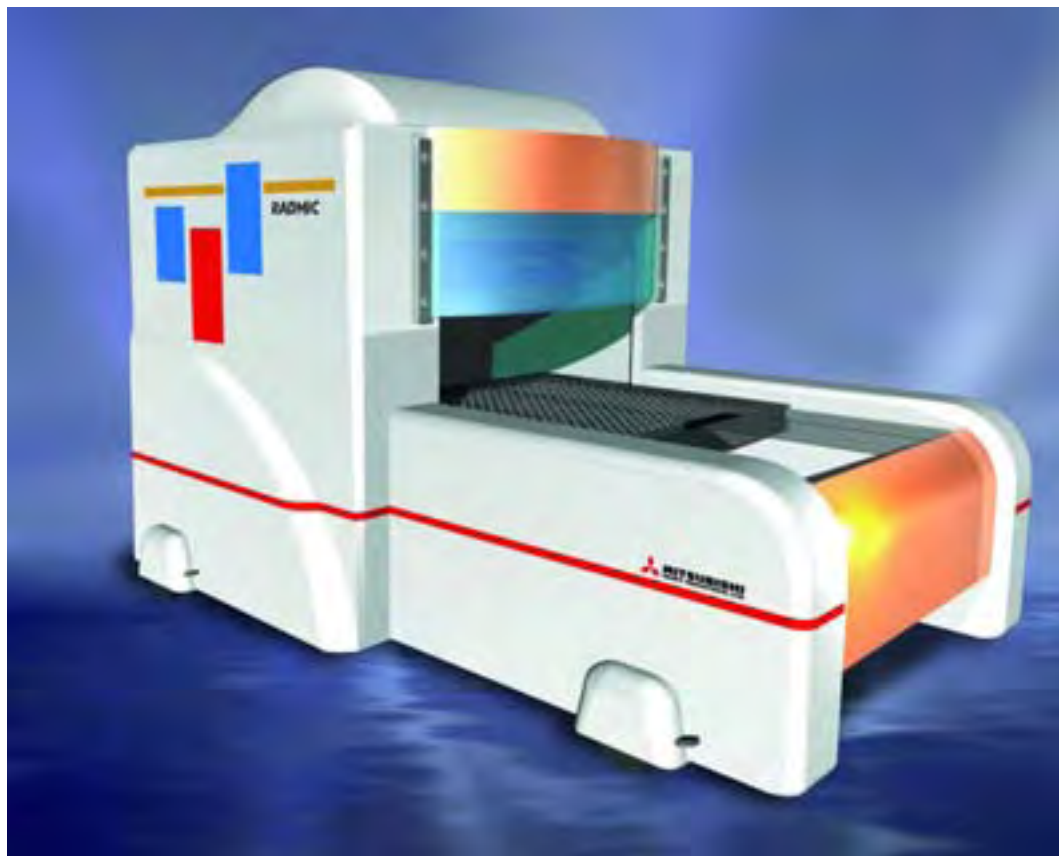
クリアランスレベル測定装置の構成(ボックス型)(例)



日本原子力発電(株)東海発電所バスケット型クリアランス測定装置
(日本原子力発電(株)ホームページより)

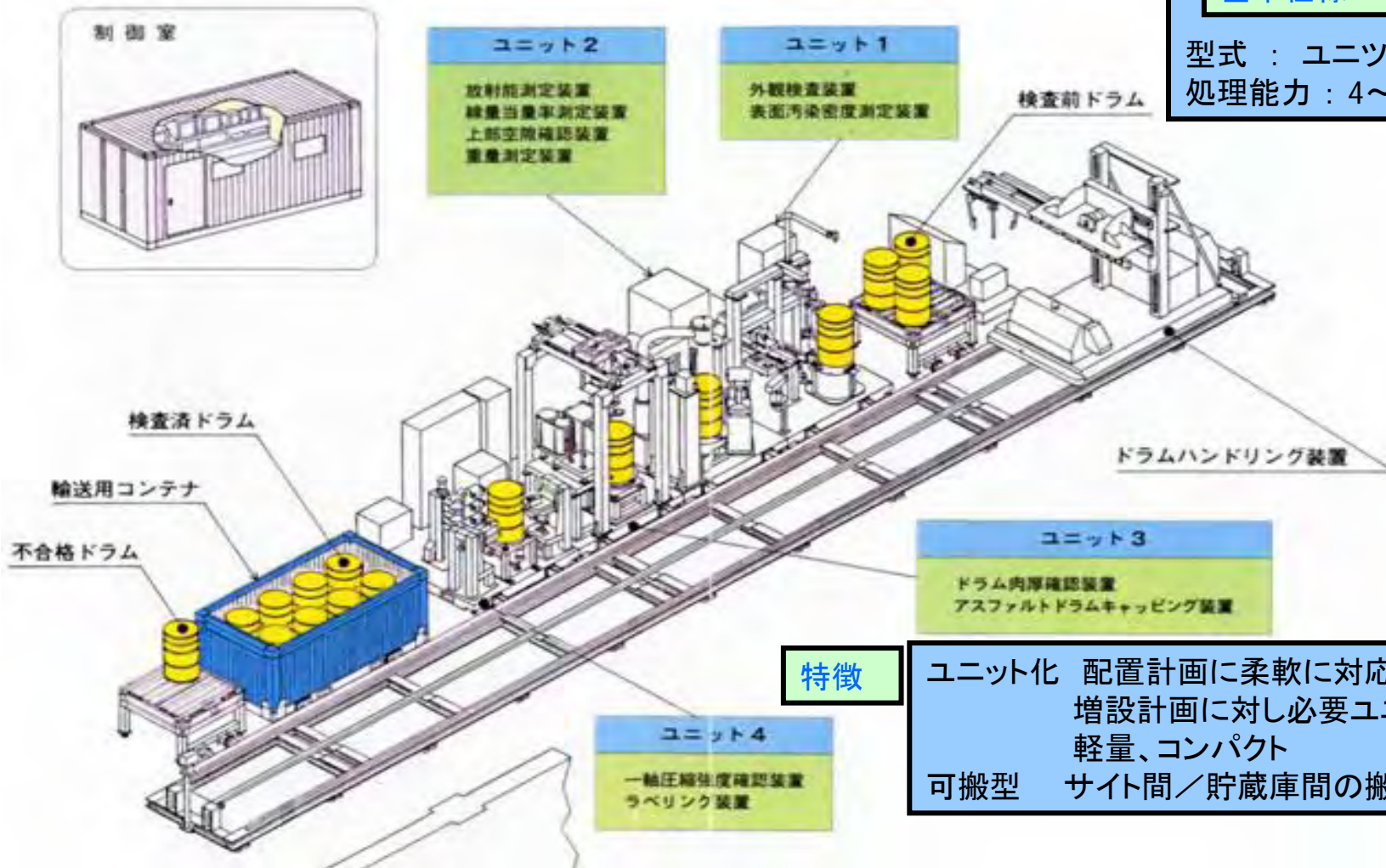
(2) ②クリアランスレベル測定装置(トレイ型)

クリアランスレベル測定装置(トレイ型) 鳥瞰図(例)



トレイ型測定装置イメージ図

(3) 廃棄体搬出検査装置 設備基本概念(例)



基本仕様

型式 : ユニット型可搬設置タイプ
処理能力 : 4~6ドラム/hr

特徴

ユニット化 配置計画に柔軟に対応
増設計画に対し必要ユニットで対応
軽量、コンパクト
可搬型 サイト間/貯蔵庫間の搬送可能

■原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修前アンケート(集約)
 福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修

開催回数		第1回	第2回	第3回	第4回	合計
業務経験年数	10年未満	1	1	2	5	9
	10年以上20年未満	2	5	4	4	15
	20年以上	5	4	4	1	14
現在までの 担当設備 (選択)	機械	2	3	3	4	12
	電気	1		1		2
	計装	3	4	4	5	16
	その他	2	3	2	1	8

研修に臨み 期待すること等 (主なもの)	<ul style="list-style-type: none"> ・SBOで実際にどんな状態になるのか、貴重な体験になると考えられる。 ・SBO時にどのような状態になるのか、高線量・暗闇環境化でどれぐらい作業ができるのか体験したい。 ・SBOのシミュレータを通して非常時の対応、心構えを少しでも理解しておきたい。 ・福島第一事故の概要を学び、原因および問題点を考える。 ・SBO時にプラントがどのような挙動を示すのか、またそれぞれの設備がどのような役割を果たすのかを研修させて頂くことは、今後の 保守作業においても貴重な経験になると思います。 ・SBO時に自分が協力できることを知りたい。また、福島事故の詳細を知りたい。 ・シミュレータによるSBO体験を通じて、SBO時の役割を認識するとともに災害時対応における知識の習得を目指したい。 ・近年南海地震等の大規模災害で伊方発電所でも福島と同じ様な事故が発生する可能性があるため、今回の貴重な体験研修を経験 することにより、事故に対応できる能力・知識を身に付けたいと思います。 ・福島での事故を振り返り、今後の教訓となると思われる。今までに無い体験をすることで今後の仕事への取り組みにも反映できるよ うな研修にしたい。 ・SBO体験という貴重な経験をつむことで、安全意識、知識の向上に繋がる事を期待している。 ・放射線の基礎知識及び計測器等の使用方法を学び、万が一の事故時等に役立てられるようにしたい。 ・SBO時の作業や、暗闇環境下での作業等を経験することで、万が一の際には少しでもスムーズに動けるようになればと思う。 ・福島第一で何が起きたか知る良い機会であり、SBO等の緊急対応の経験は全くないため良い経験になると思う。 ・福島第一事故と日頃点検している機器との関連等を学習し、安全意識の向上に努める。 ・SBO体験する事で実際に自分がどう動くことが出来るか貴重な体験になると思われる。 ・シミュレータによるSBO体験、高線量・暗闇環境下での作業体験を通じて災害時の知識向上を習得したい。 ・福島第一事故については、報道関係でしかわからないので、今回のSBO体験で、出来る限り災害時等でのさまざまな対応知識を、身 体で習得したいと思います。 ・実際の福島第一ではプラント動向がどうなったのか知りたい。大まかには水素爆発とかメルトダウンとか報道されているが、具体的に 中央制御室はどうなったのか、監視系計器とかは確認できなくなったのか、SBOが継続したなかで保修員、当直員、協力会社はどうい う行動をとったのか具体的に知りたい。 ・福島第一の反省から自分たちに出来ることは何かを知り、SA時に協力できるようになればいいのではないかと思います。 ・SBO時にそれぞれの設備がどのような役割りを果たし、そのためにどうするべきか、いろいろな事を想定しながら研修させて頂けるの で、今後の技術向上に繋がると思っています。貴重な研修になるように心がけます。 ・SBO体験は無く、シミュレータによる体験研修は、自分が行っている弁及び計装関係のメンテナンス業務の重要性を自分として再確認する上 で、特に重要であると考えと共に、後輩の若手社員の育成に十分役立てたい。又、原子力施設の廃止措置に携わる基礎知識の教育 も自分としても期待している。 ・シミュレータによるSBO体験、高線量・暗闇環境下を模擬した点検作業等貴重な体験が出来ると思う。 ・原子力発電所の運転に携わる者として、福島第一事故の概要についてもう少し詳細に知りたい。 ・SBO体験等の貴重な訓練体験を研修できる機会は滅多にないので期待している。 ・福島第一事故の振り返りの講義では、より専門的な内容があると思われるので期待しています。 ・他社の方々と様々な意見交換が出来ればと思います。 ・SBO体験や人材育成研修などに参加する機会がほとんどないので、今後のためにも貴重な体験になると思います。 ・SBOの体験を通じて厳しい環境下での作業が具体的に体験できると思う。測定器、防護具取扱訓練について、理解を深めていく。 ・シミュレータによるSBO体験、高線量・暗闇環境下を模擬した点検作業等を体験することができ、事故から得た教訓を得るとともに事 故防止に対する改善検討をできるようになりたいと思います。 ・福島第一原発の事故の概要について学習することで、設備の安全性や事故発生時の対策について考え直すことができると思う。 ・放射線測定器の取扱い方法や高線量防護具の脱着手順を習得したい。 ・普段行っている作業が暗闇環境下でどれだけできるのか、また、身を守るために知っておかなければならないことを体験したい。 ・F1事故報告書に基づき事故の概要を理解する。またシミュレータによるSBO体験の中で、操作要領、目的について理解し今後の業務 に活かされるよう努める。
----------------------------	--

■原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修後アンケート(集約)

福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修

38人中

今回の研修は有益だったか	研修項目	有益だった	どちらでもない	有益でなかった
		福島第一事故の振り返り	36	2
	シミュレータによるSBO体験	37	1	0
	高線量・暗闇環境下体験	36	1	1
	測定器、防護具取扱訓練	35	3	0
	グループ討議	30	8	0
研修内容への要望、意見等	研修項目	主な内容等		
	福島第一事故の振り返り	<ul style="list-style-type: none"> ・事故の概要、地震発生メカニズム等細かく説明され理解しやすかった。 ・地震発生から津波、そして電源喪失となり、現在の状況に至った経緯が理解できた。 ・伊方発電所の概要と福島第一事故の事を理解できてよかった。 ・報道等で知っている部分もあったが、なぜ水素ガスが発生したかなど自身の知らない部分もあり良かったと思う。 ・資料が分かりやすかった。 ・今後も定期的に行って欲しい。 ・新聞、ニュースではあまり報道されていない当時の東電社員(運転員や保修員)が命がけで行動した内容等を盛り込んではどうでしょう。 ・TV、新聞からの情報だけでなく電力会社側からの対応・対策について話を聞くことができて良かった。 ・有益ではあったが、大体の人が知っている内容だったような気がする。 ・既に各種教育を受けており、取り立て新しい教育ではなかった。 ・福島第一事故を振り返り、二度とこのような事故を起こさないよう今後の仕事に活かしていきたい。 ・福島と伊方の違いや伊方の安全対策を学ぶことができ有益だったと思う。 ・福島事故の概要、現地での活動状況、安全対策等資料が分かりやすかった。 ・津波の対策が出来ていれば、ここまで事故にはなっていないと改めて感じた。 ・もっと機会を増やし発電所で従事する人の殆んどに理解してもらいたい。(伊方での講習会など) ・講師の方の現地での体験などが聞けてとても良かった。 ・F1事故の概要および伊方での安全対策について学べた。 ・経年と共に忘れがちになるので、福島第二事故の振り返りについては年一回程度の研修を望みます。 ・福島第一事故から学んだ教訓を伊方PSでどのように反映しているのか理解した。 ・福島での事故の概要を再認識し、伊方での対策を理解することができて良かった。 		
	シミュレータによるSBO体験	<ul style="list-style-type: none"> ・システムを理解していないと、ついていけない部分があった。図等を用いて説明があれば良いかも。 ・トリップからSBOの体験は通常出来ないもので、有意義であった。 ・SBO時に中央制御室がどのようになるか体験できて良かったが、系統、装置のことを知らず、分からない事もあった。 ・LOCAを想定してのシミュレーションも行っていただき有益なものでした。 ・SBOにより色々なケースがあり大変だと思う。 ・福島事故と同様の事を体験でき、かつ、その時の中央の状況も分かって良かった。 ・普段入ることがない中央へ入れ、なおかつ色々なトリップ等が見れてとても良かった。 ・自社バルブの重要性を再確認できた。またSBO時、中央の警報量には驚いた。 ・実機同様の設備でSBOを体験でき、その他色々なパターンを組み合わせでの体験ができ貴重な体験ができた。 ・シミュレータは初めてで貴重な体験ができた。 ・SBO、S/G細管破断時のプラントの挙動が体験できて良かった。 ・携わっている計器の重要性を再認識できてとても良かった。 ・普段近寄れない装置に触れたり、色々なシミュレーションをして頂き役立ちました。 ・日常の自身の業務での関わりが分かり良かった。 ・実機でトラブル模擬操作を行いプラントの変動をパラメータにて確認できて有益だった。 ・系統に詳しく無いため予備知識が必要だった。 ・SBOだけでなくシミュレータによるトラブル発生時の流れが分かった。 		
	高線量・暗闇環境下体験	<ul style="list-style-type: none"> ・暗闇ということとやっぱりあせってしまうが、冷静さが大事と思った。 ・実作業のようで良かったと思います。 ・アノラックを着用したことがない人は少しきついと考えるが、良いのではないかと考えます。 ・アノラックを着て暗闇環境の中で作業する難しさを実感することができた。 ・アノラック装着は初めてだったが良い経験になった。想定作業がもう少し複雑な方が良かったかも知れません。 ・暗闇はやはりパニックになりそう。 ・実際に福島でこの環境下で行った作業の具体例があった方がいいかも。 ・暗闇での視界認識の悪さ及び重装備での作業性の悪さを身を持って体験できて良かった。 ・経験者にはあまり有益とは言えない。あれくらいの環境なら普段とあまり変わらない。 ・暗闇環境下での作業はとても大変な作業であった。2次系が主担当であるため1次系作業の作業管理の大きさが分かった。 ・アノラックでの作業は暑くて、ゴム手袋4重は指先の感覚が無く細かい作業は大変だと実感できた。 ・今回の作業は単独作業だったので、2人作業(大口径弁の操作、重量物運搬等)を行うことで、より忠実に再現できると思う。 ・暗闇でアノラックを着ての作業性の悪さを体験することができて良かった。 		
	測定器、防護具取扱訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線測定器の使用方法を習得し、自身で使えることは大事である。汚染レベルを理解しておく。 ・タイベック、アノラックの脱衣手順を理解することができてよかった。 ・アノラックの脱着訓練では脱着の補助も経験でき良かったと思う。 ・防護具を着用して測定器を使っての作業をすれば良いと思いました。 ・測定器の取扱は良いと思うが、防護具の着脱は経験者には不要ではないか。 ・目頭、目にしている計器だが、注意点等参考になった。 ・今回学んだ測定器、防護具取扱訓練を今後の仕事でも有効に活かせるようにしたい。 ・経験者には物足りなさを感じました。 ・簡易な除染及びPS外での汚染物の処理等も教えて欲しい。 ・汚染装備を着用することが無くなっていたので、再確認することが出来た。 ・放管業務を経験することはほとんど無いので参考になりました。 ・普段使用したことのない測定器を使用出来たので良かった。 ・アノラック等現段階では着用することはありませんが、今後着る場合もありますので良い訓練になりました。 ・線量を測定する事はなかなか無いので、測定方法や汚染密度の計算のやり方を知ることができて良かった。 ・防護具の脱着の補助をすることで手順がよく理解できました。 		
グループ討議	<ul style="list-style-type: none"> ・各自、色々な意見が出て参考になった。 ・他業種(弁、放管など)の視点の意見が聞けて良かった。 ・様々な作業に関わっているため、視点の違う意見を交換することは必要である。 ・電力さんと直接話せる場があるので良い。 ・活発な意見、自分とは違った考えの方々がいて有意義でした。 ・他の人の意見を聞く事で、各方面から見た考えを得られた。 ・福島第一事故からの教訓をいかし、自分がSBOになった時どうするのか等を討議し有益であった。 			

	研修項目	人数	主な意見等
継続希望 (複数可)	福島第一事故の振り返り	31	<ul style="list-style-type: none"> ・福島第一の事故とそれに対する伊方の対応を重点に ・最近の状況があれば教えて欲しい。 ・何年たっても続けて欲しい。 ・SBO後短時間で行わなければならない作業、対策を明確にする。30分以内、1時間以内、優先度等SA対策でどう変わったか説明して欲しい。 ・現場で作業された方の意見を聞きたい。 ・現状の状況等の説明もあれば良いと思いました。 ・福島第一事故について振り返ることで伊方PSでの設備面の強化だけが重要でないのを理解した。 ・風化させないために、事故の振り返りは必要だと思う。 ・あらためて振り返る機会を年1程度で開いて欲しい。
	シミュレータによるSBO体験	35	<ul style="list-style-type: none"> ・貴重な体験なので今後も続けてもらいたいです。 ・少し難しかった。 ・Q&Aが良かった。質問に対して講師の回答がはっきりしていて素晴らしかった。 ・福島事故だけでなく、その他の重大事故を模擬したシミュレートも行って頂きたい。 ・時間を短縮して1Fで起こった事を一通り体験しても良いかも。 ・各設備の役割が理解できるのでとても良いと思う。 ・シミュレータと別に機器の図が有り分かりやすかった。(安全停止系統) ・SBO発生時に何をしないといけないかを分かるようになってきたらいいと思います。 ・中央制御室での普段はできない体験をすることができた。 ・SBOとなる経験は、普段できないことなので今後も継続すれば良いと思う。
	高線量・暗闇環境下体験	36	<ul style="list-style-type: none"> ・普段の作業ではできない貴重な体験をすることが出来たので継続して欲しい。 ・経験したことのない人は多いと思う。 ・色々な状況での訓練を今後増やして頂き、定期的に研修を行って頂きたい。 ・伊方でも行ってみたいかどうか。 ・通常では体験することが出来ないのではとも良いと思う。 ・相互の意思の伝達方法などあれば良いと思います。 ・ゴム手袋4重にして、暗闇の中で手先を使う作業のやりにくさを体験できた。 ・暗闇、身体が自由がきかない(アノラック、ゴム手袋着用)環境下での作業の辛さを理解した。
	測定器、防護具取扱訓練	35	<ul style="list-style-type: none"> ・防護具の脱着は手順を覚えることもでき、良い経験となると思う。 ・正確な脱着手順が分かった。 ・脱着訓練等は伊方でも定期的にしたらいいと思う。 ・測定器は初めて触ったので貴重な体験だった。 ・伊方でも行ってみたいかどうか。 ・測定器の取扱いや身近な物にも放射性物質があるのかの体験は良かった。 ・アノラックを着る機会はあまり無いので、今後も継続して欲しい。 ・暗闇、アノラック装着時の汚染物の測定をしてみたいか。 ・定例の作業であれば放射線が補助をしているのでトラブル時の体験として良かった。 ・防護具をつけての測定器の使用訓練もあれば良いと思います。
	グループ討議	25	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマを決めてグループ分けした方が良いのではないか。 ・今後の伊方の対応、対策の予定(長期)が分かれば。
	継続は不要	0	
主な感想、意見、要望等	<p>・今回の研修でSBO体験、暗闇環境下体験等、初めての体験であったが、SBO時の役割、暗闇時の冷静な対応の重要性を再認識した。</p> <p>・通常の業務の中でも常に緊急時を想定し、自分がどう行動していくかを明確にしていかなければならないと感じた。</p> <p>・2次系と1次系とで作業が分かれており、1次系については知識のない場合もあるが、1次系の設備も理解していかなければならない。</p> <p>・アノラックや全面マスクでの作業はあまり経験がない方が多いことに驚いた。エアラインやポンペを背負った装備も経験してみたい。</p> <p>・これからもこのような教育を継続して欲しいです。</p> <p>・実際の状況では凄まじい混乱が考えられるため、作業を実施している暗闇の中では作業のしにくさを感じた。</p> <p>・実際に想定外の事故の場合、本当に線量が高く汚染も当然高い場所に行く作業員は、選定できるのかと考える。例えば、APD50mSvの設定で行く人はいるのか？と考える。</p> <p>・普段の作業では着ることのないタイベック、アノラックの脱着手順を教えてもらったり、SBO時に中央制御室内がどのようになるか体験できて大変勉強になりました。今後、原子力の安全性の大切さを考えて作業していきたいと思えます。</p> <p>・全体を通して自身の経験した事がない事を経験できたので有益でした。実際にSBOの様な事故が起こった時に自分が日常行っている1次系計装品の保守メンテですが、パラメータの復旧などの訓練が有っても良かったのではないかと思います。</p> <p>・シミュレータによるSBO体験では、いろんな警報が鳴った場合に次にどのような事をするか大変だと思った。</p> <p>・測定器、防護具取扱訓練は、月日がたつと忘れるので伊方でも定期的にしてはどうかと思えます。</p> <p>・今の世の中、どんな自然災害が起こるかわかりません。もしもの場合には少しでもできることがあれば進んで放管として手助けをしたいと思えます。</p> <p>・SBO体験は初めてアノラック等を着たのも初めてだったため、貴重な体験ができた。訓練と分かっている緊張感の内容で福島第一のような事故を起こしてはならないと改めて感じた。</p> <p>・普段の業務では2次系が主だが作業や工事の中で事故や警報等を出さないように今回の研修を生かして緊張感を持って取り組んでいきたい。</p> <p>・普段体験できない防護具の脱着訓練について実際に行動の制限や暗闇での視界の悪さを身をもって体験できて良かった。</p> <p>・シミュレータを使用したSBO体験は、ロジック試験で指定された警報を見ていたが、今回の様な一度に様々な警報が出るという体験も出来て良かった。</p> <p>・今回の研修では福島第一事故の概要を資料を使って分かりやすく学習することが出来た。また、シミュレータを使ったSBOを体験し、運転員の大変さ、そして更なる安全意識の向上に努めなければいけないことを認識することが出来ました。この体験をもっと多くの人に経験してもらおうことが出来れば良いと思えます。伊方で言えば参加者も多くなり貴重な経験を積むことができます。</p> <p>・暗闇環境下体験や防護具取扱訓練等</p> <p>・防護具の着脱訓練は経験の無い人には良いかもしれないが、経験者には必要ないと思った。</p> <p>・1Fの事故後、SA対策工事等で様々な工事を行ってきたが、SBO発生後、連絡ホースをつないだり、スプールピースを付け替えたり色々対応が必要になってくる。出来る限り多くの人にSBO発生後のプロセスを教育し、協力が得られるよう作業内容を教育しておいた方が良いのでは。</p> <p>・2次系が担当であったため、測定器、防護具の取扱いに苦労したが、今回の研修で学んだ事を忘れず今後の作業にいかしていきたい。</p> <p>・今回の研修についてSBO体験や暗闇環境下での作業を経験しているのとしていないのでは違ってくると思う。今後も研修を通して経験することは重要になるのではと感じた。</p> <p>・高線量、暗闇環境下体験では、視界も狭くなり冷静さを失うことが予想されるので、現場では落ち着いて作業することが必要。</p> <p>・シミュレータでの本格的な訓練は非常に良かった。発電課から見れないことを見学できるのであれば、もっと訓練を見学できる機会を設けていただきたい。また、シミュレータ以外の研修は伊方発電所内でも作業員以上は受講させていただきたい。</p> <p>・SBOでプラントがどうなるか経験できて良かった。地震、津波があっても電源さえ確保できれば原子炉を安全に冷やすことが説明していただけて改めて理解できた。</p> <p>・SBO体験では通常触ることの無いスイッチを触ることができ、SBOや原子炉トリップ等言葉でしか知らなかったことが体験でき良かった。</p> <p>・福島第一原子力発電所事故の概要、電力支援チームが現地で行ったような活動を行ったか写真を見て良く分かった。また伊方発電所において実施している安全対策についてもよく理解でき、伊方発電所は大丈夫であることを確信した。</p> <p>他にシミュレータによるSBO体験や高線量、暗闇環境下体験等を体験でき充実した研修であったので今後も継続して欲しい。</p> <p>・今回の研修は協力会社向けの研修であったが、福島第一事故は関心の高い事象であり、より多くの人が研修できればと思います。シミュレータによるSBO体験では貴重な体験が出来ました。</p> <p>・SBO体験を通して自分の関わる弁の重要性を改めて認識し、今後の点検に役立てようと思えます。</p> <p>・今回の研修は初めての体験が多くあり、自分にとっては良い体験ができたと思えます。原発を廃炉にする際の対応について教育をしたらいいと思えます。</p> <p>・実際、現場作業にて携わっている機器がトリップした場合に起こる(起こりえる)事象をシミュレータによるSBOで貴重な体験ができ参考になりました。今以上に自分が携わっている機器の保守・点検のレベルを向上させていこうと改めて思ういい機会になりました。</p> <p>・2日間の研修を講習させていただきありがとうございました。研修で学んだ事を事故時に活かせる様、知識の向上を図ります。また、通常取り扱うことが無い測定器、防護具を取り扱えらるよう研修を活かしていきたいと言う時に使えます。</p> <p>・訓練だからと分かっているからスムーズにできたと思うが、福島のように日常突然事故が起きた際にも対応できるよう、今後も研修があれば参加したい。</p> <p>・今回の研修では、福島第一事故で実際に起こったSBOをシミュレート体験でき、大変貴重な体験となりました。高線量・暗闇環境下体験ということでアノラックを着用し、暗闇を模擬した空間で弁の開閉操作等の作業を行いました。簡単な作業ではありましたが、高線量でいつ余震等で建物が崩れるかわからないという死と隣合せの環境下では、想像を絶する覚悟が必要だったと思えます。今後同じような事故が起きないよう安全の改善に日々努めていきたいと思えます。</p> <p>・福島第一事故を振り返り、当時中央制御室で起こっていた事象を体験できたり、暗闇環境下での作業など日常の業務では体験できないことを体験でき非常に有意義だった。</p>		

■原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修前アンケート(集約)
放射線管理および廃止措置研修

開催回数		第1回人数	47人	第2回人数	42人	合計	89人
業務経験年数	10年未満	11		13		24	
	10年以上20年未満	17		9		26	
	20年以上	19		20		39	
現在までの 担当設備 (選択)	機械	16		12		28	
	電気	3		5		8	
	計装	16		14		30	
	放管	7		3		10	
	その他	5		8		13	

研修に臨み 期待すること等 (主なもの)	<ul style="list-style-type: none"> ・将来必要になる「廃止措置」について、除染技術、解体技術について興味がある。 ・福島第一事故で放射能に対する恐怖心が増したと思われるが、作業員にどのように教育してきちんと管理されていることを周知すれば良いか学びたい。 ・福島第一事故と同様な事象が起こった場合、伊方PSでの放射線量はどんな感じになるのか気になる。また、12月18日より福島第一原発4号機の燃料取り出し時の放射線量の影響や福島原発の廃炉に向けて今後の動向についてもっと知りたい。 ・廃炉にするための作業としてはどんな作業が必要なのか知りたい。(我々が携われる作業があるのかないのか) また、福島第一と同様な事が起こった場合、放射線量を下げる方法や現状規定線量が今後も継続されていくのかそのあたりも気になります。 ・福島第一事故と同様な事象が起こった場合、実際に何をすべきか?何が出来るのか?何が必要なのか?を研修を通じて学べたらと思います。 ・放射線に対する基本的知識は持っているが、仮に伊方で福島のような事故が起きたと仮定した時、放射能の広がり方やモニタリングなどの放射線管理のあり方について学びたい。また、廃炉については具体的な方法や課題などの知識を持ちたい。 ・放射線防護や除染作業について、基礎から研修を受け、放射線管理上の適切な行動が取れるようになりたい。線量のある環境下で業務した場合、放射線管理と業務目標とが両立できるようなケーススタディをするきっかけにしたい。廃止処置についても基礎的なことから勉強したい。福島第一周辺の現状について正しい情報を聞きたい。 ・福島第一事故と同様な事象が起こった場合、どのような環境下でどのような作業が予想されるのか。廃止措置が決定されれば、発電所内で、どのような作業があるのか気になります。 ・福島第一事故での放射線管理上の不備の内容と伊方での放射線管理方法について知りたい。また、伊方で事故が発生した場合の放射性廃棄物の保管場所と処分について知りたい。 ・自身が担当している計装設備のメンテナンス(計装設備の更新)は、自然災害時に対応できるようにすべきか?(地震等の自然災害時に、対応できる強度、遠隔からの視認性、放射線の影響等を考慮する。)また、そのような事態になった時は、どのような装備でメンテナンスをしているのか? ・福島での事故での放射線災害の状況および今後の対応等が気になります。 ・伊方からも福島へ支援対応したかと思いますが、支援の内容等が気になります。 ・東電福島第一の事故に関する放射線量の話は報告書で見ると話の主体であったために、きちんと説明してもらえることに期待している。 ・事故の応援とかの経験も無く実態を良く知らないので講義を期待している。 ・廃炉措置などは将来必要となるので、系統だった説明をいただけることを期待している。 ・福島第一発電所のような事象が発生した場合、放射線による人体および環境にもたらす影響を理解したうえで、伊方での対応状況について知りたい。また、廃炉のプロセス、作業内容、特に計装関係作業がどれくらい発生するのか知りたい。 ・福島第一では、現在どういう放射線管理を行っているか、また、伊方で同様の事故が起こった場合に推定される環境の変化がどのくらいなのか、それに伴う放射線管理員としての対応がどのようになるのか研修したい。 ・廃止措置を学び、作業が始まった時に放管としてできることを考えたい。 ・廃止措置について全く知識が無いのでしっかり学習したい。 ・廃止措置にかかるコスト ・研修を受講することで、廃止措置を始めてからどのくらいの年数がかかるのか、また、放射線量がどのくらいの数値になるのかなどが分かることができれば、今後の作業等において役立つと思う。 ・伊方発電所ではどのような緊急対策を敷いているのか、また、福島第一での放射線管理上の不備に関してどの様に、またどの程度対応できるか確認したい。 ・福島第一の事故と同様な事象が起こった場合、伊方発電所ではどのような設備が起動し重大事故にならないように機能するか学びたい。 ・原子炉廃止後の放射性廃棄物および汚染水の処理方法を詳しく知りたい。特に除染に関して具体的な作業内容を知りたい。 ・他プラントでの廃止措置について、現状を知りたい。 ・廃止措置における廃棄物とその処分について、どういった方法で処理されているのか知りたい。 ・廃止措置の概要および手順、廃止処置を行う上での基準等の基本的なところを一つ一つ理解し、また、技術面についても知識の向上を図りたい。 ・テレビのニュースで報道していない、実際に福島で直面している問題点や、事故がなくてもいずれは伊方も廃炉にしなければならないことから、廃炉に関する現在の技術等について確認したい。 ・廃棄にあたって、除染して廃棄物とする設備がある程度決まっているのか知りたい。また、その線引きはどのように決めているのか知りたい。 ・福島第一事故と同様な事象が起こった場合、事故事例を反映し放射線管理の上で、オフサイトセンターと連携し、住民の不安を解消できるような対策マニュアル的なものがあればご教授願いたい。 ・廃炉になった場合、廃棄物の保管場所はどこになるのかご教授願いたい。 ・放射線計測器のメンテナンスを行っている関係で福島事故時の線量・計測器運用等の実態を知りたい。また、廃止措置の概要・廃止後の放射線管理について勉強したいと思います。 ・福島第一のような事象が起こった場合等、原子力発電所が廃炉される際に自分たちにはどのような役割があるのか、どのような対応をしていかなくてはならないかをこの機会にぜひ知りたい。 ・関連法令、BWRとPWRの課題整理、福島第一発電所の最新状況、他国の放射線管理の実状と日本との違い。 ・福島第一事故と同様な事象が発生した場合、伊方発電所ではどのようなリスクが想定されているか、また、そのリスクに対して今後どのような設備の改善が必要となり、どのような対応を求められるのか確認したい。 ・廃止措置について、今後国内がどのようになっていくのか確認したい。
----------------------------	---

■原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修後アンケート(集約)
放射線管理および廃止措置研修

合計人数 89人

研修項目		合計	有益だった	どちらでもない	有益でなかった
今回の研修は有益だったか	放射線と放射能の違い、放射線の人体への影響	83	65	17	1
	福島第一事故での放射線の影響、現状等	83	78	5	0
	廃止措置に関する講義	89	85	3	1
研修項目		主な内容等			
研修内容への要望、意見等	放射線と放射能の違い、放射線の人体への影響	<ul style="list-style-type: none"> 既に放射線教育等で周知されている内容であり、特記すべき事象はなかった。 放射線の人体に対する影響について、もう少し詳しく説明して頂きたい。 基本的事項を分かりやすく説明してもらいよかったです。東電福一を踏まえた伊方での対策も良く分かった。 ほぼa教育と同じなので従事者指定中の人は復習 基礎的な内容だったので、もう少し専門的な内容を学びたかった。 放射線、放射能について再確認ができた。今後の作業について非常に有益だった。 福島第一で生じた問題点について、伊方では対策がなされていることが理解できた。 平易な解説で理解が深まった。低線量の影響については、本事故の結果が評価されることを期待している。 次項「福島第一事故での放射線の影響、現状等」の内容と重複する部分があったので、それを省くことで放管員はこの項目を省力して教育を受けられないかと思った。 分かりやすい説明だった。中性子線、γ線、β線の遮蔽が無い場合の線源からどの程度の距離を飛ぶのか知りたい。 原子力発電所で仕事する者として、知っておくべき知識だと再認識できよかったです。 各核種の特性等の説明が欲しかった。 放射線とDNAの影響の資料が欲しいと思った。 放射能を懐中電灯に例える等、分かりやすい説明だった。 RI取扱いの勉強を行っていたため知識はありましたが、図を用いての説明であり、知識のない方へは分かりやすい研修だと思います。 基本的な知識を覚えなおすには良い内容でした。基本を詳細に説明していただき覚えやすかったです。 			
	福島第一事故での放射線の影響、現状等	<ul style="list-style-type: none"> 自己体験を含めて説明されており、個人的主観等楽しく聞かせていただいた。 現場の状況等を知ることができて有益だった。 汚染水の対策について今後の進捗に伴い、次回研修にて説明して欲しい。 福島第一事故の内容、現状をこれからも研修して欲しい。 福島第一事故での放射線の影響等、マスコミで放送されている内容等現状どうなのか説明があったら良かったと思う。 実体験を元に話されていたので、現実味があり有意義と思う。 当時の現場を見た、経験した話が聞けてよかったです。 汚染水について分かりやすい説明で理解できました。 現状がどこまで終了して、将来どうなるか知りたい。 福島でのモニタリングしたときの状況を詳しく説明してもらって、現状が理解できた。 福島第一事故対応については、実際に対応しないと分からない部分について理解できた。 実際の現場の活動写真等多くあればよいと思う。 福島に行ったことがなかったので、実体の話を聞けてよかったです。 モニタリングの状況や教訓を踏まえた対応については、ある程度理解できたが、モニタリングやスクリーニング等で算定、測定された数値が添付されていればより分かりやすかったと思う。 事故後の影響、現状等は情報を得る機会が少ないため、できるだけ詳しく説明してもらいたい。 多核種除去設備(ALPS)を導入して、汚染水処理が徐々に進んでいると実感した。 関係会社の若年層には特に伝えるべき内容だと感じた。 事故当時は大変な事態だと思いました。あれから2年半ほどですが今現状では様々な取組が行われていることを知りました。 実際に支援に赴かれた方の苦労話等大変勉強になりました。またマスコミの大きな報道に対する知識を得られました。 もう少し影響の度合いが分かるようにすれば良いのでは(地図等) 事故直後から直近の福島第一PSの状況が非常にわかりやすく大変よくわかって良かった。 事業者間協力協定について理解できた。 実際に行った現地での活動等も紹介して頂き勉強になった。 メディア等では理解不十分、知らない事が明確になった。 福島第一事故での放射線の影響(今後の除染、被ばく管理の今後)をさらに掘り下げて欲しい。 実績と今後の課題が説明されたので分かりやすく理解できた。 事故時のサンプリング方法等が実績にそって説明があったので良かった。 3.11事故後の状況、その後の事故対応について講師の経験も聞くことができ、良かったです。 原子力災害の実状が理解でき、原子力安全への意識向上が図れた。 福一へ行かないと分からないような現状を資料で分かりやすく説明してあり、現状がよく分かった。 事故当時の状況など分かりやすく話して頂き、資料も良かった。福島原発の現状についても理解できた。 			
廃止措置に関する講義	<ul style="list-style-type: none"> 色々な技術等範囲が広くて進行が早く難しかったです。 専門的知識が必要な内容で難しいが今度とも知識を深めていきたいと思う。 今後廃止に関する措置技術、再利用できることがわかった。 福一の現状を知ることができたので有益だった。 海外の例もあり、廃止措置に関しての流れを知ることができて良かった。 廃止措置に必要な技術について、様々な技術があることを知り、興味を持つ事ができた。 廃止措置を行うための大まかな工程、概要について理解できた。 項目がやや多くて、消化不良気味に感じる。 解体の技術に関しては専門的なことなので正直分からなかったが、廃止措置の流れそのものは理解できたと思う。 技術的な話が多いので、放管としては参考のできる部分が少なかった。 廃止措置に関する技術は実験段階のものも多いようなので、研修の機会を増やしてもらいたい。 計画から含め、数十年という長い年月と膨大な費用、人員がかかるものだと感じました。 自分とは分野の違う技術の話だったけど、色々な工夫により安全や効率が良くなるようにしている事が分かった。 ほとんど知らない技術等を教えていただきました。 最新のメーカーの技術も取り入れて説明してもらえてよかったです。 新たな知見を得ることができた。 メーカー目線の情報、考え方が聞けて非常に面白かった。最終処分に向けての考えも良く分かる内容だった。 廃止処置について現状調査→計画→解体→廃棄物の処理までのプロセスを資料を基に講義、よかったですと思います。 今後必ず訪れる廃止措置についての現在の方法等について、分かりやすく知ることができ良かった。 図解にて解りやすくまとめられていて良かったと思います。 廃止措置標準工程で完了までのおおよその年数が分かった所は有益だった。 今後の発電所内での作業を行う上で参考となった。 研修の目的であった廃炉の最近の情報を知ることができ有効であった。 高い技術を使用し廃止措置を行う事が理解できた。 今後とも新しい技術の方向性、実績を紹介してほしい。 廃止に係る教育は初めての受講のため、廃止措置のプロセスや技術を学べて良かった。 廃棄物の種類、処理方法が理解できた。 解体技術について話していただいた内容は、設置工事、取替工事に応用できる技術があり興味深かった。 廃止プロセス、課題、日本での関連施設の建設状況等、今後の業務に活用できる内容だった。 正規に停止する事は確立されていて福島のようなデブリ状態の炉についての技術の大変さが知れた。 燃料(使用済み含む)の説明をしてほしかった。廃棄物に関しては一応納得はできた。 				

	研修項目	人数	主な意見等
継続希望 (複数可)	放射線と放射能の違い、放射線の人体への影響	55	<ul style="list-style-type: none"> 研修の中で出された疑問点を反映した内容で継続必要 放射線の人体への影響があるのかないのか理解が深まった。 伊方PS従事者であれば必要だと思う。 放射線管理業務以外の人も伊方発電所には従事しているので続けて欲しい。 放射線の基礎について再勉強することが出来てとても良かった。 放射線防護の基礎であるので、外せないでしょうか。 伊方での対策内容を継続して説明して頂きたい。 自分自身への放射線の知識の再確認として必要です。 福島対応についてもう少し説明して欲しい。 放射線管理の基本的事項なので、講義は必要 放射線と放射能に関する知識は、繰り返し行うのが良いと思う。 放射線教育に比べ理解しやすく、初期教育としては良い。 一次系作業でも放射線二種、一種の勉強をしていないと知らないと考える。 資料も非常に分かりやすく、その資料に沿った説明も分かりやすく理解しやすかった。 日常生活と放射線について、最新の情報を理解する必要があると考えます。 放射線管理に従事していない方にも非常に分かりやすいと思います。
	福島第一事故での放射線の影響、現状等	76	<ul style="list-style-type: none"> 不備内容、改善内容、汚染水の現状は継続して情報が必要 現在の対策としてどの様なことを行っているのか理解できた。 プラント周辺がどの様になっていたか若年層にも伝達が必要 マスコミなどの報道だけでは分かりにくいので続けた方が良いと思う。 汚染水の対策について詳しく知ることができて勉強になった。 本内容は風化させない様、継続して講義を続けていただきたい。 テレビや新聞では分からない情報を、実際にモニタリングされた経験を聞くことができて良かった。 メディア等で日々深刻な情報が入ってくるが、改善した内容を継続して報告して欲しい。 福島の現状や将来の対策等、継続して詳しく知っていききたい。 最新の情報を資料に追加して今後も続けて欲しい。 陸側遮水壁(凍土方式)について詳細な説明があったほうが良いと思う。 汚染水対策について経過が気になるので、次回開催時での現状について知りたい。 とても良かった。講師の意見も入っており、1Fの苦勞が伝わった。 Cs137についてではなく他の放射能についても影響を説明していただきたい。(Sr90など) もう少し時間を取ってもらえれば、より分かりやすかったのではと思います。 福島での教訓を活かす為に多くの対応がなされていることに驚いた。 福島第一事故の教訓を後世に伝承していく必要があると考えます。 事故炉がその後どのようになっていたかを学ぶことで、方が一の時にどのような対策を取ればいいのかを考えるヒントになると思う。 今後に備えて事故直後の話を聞くことは、メディアの情報より有益な内容でした。 現在進行中の課題のため、最新情報を知るうえでいい機会となる。 福島での事故の教訓を踏まえた四電の対応が詳しく分かりました。
	廃止措置に関する講義	76	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置に向けての技術が検討されているのが良く分かる。技術や状況の変化もあるので継続必要 廃止措置について主な概要が理解できた。 専門的な工法等を紹介してもらい勉強になった。 一般的には廃止に関する知識や関心は少ないと思うので、受講することで向上すると思う。 除染や解体など経験した事の無い知識が得られて勉強になった。 今後も廃止措置が実施されるプラントもあるため、概要は知っておく必要があると思われる。 内容的には、専門的な用語がたくさん出てきて難しいと感じたが、写真や図面が多く使われていて良かった。 三菱重工(株)の解体技術の紹介等、他社の比較と分かりやすかった。 研究開発の進捗についての状況を教えてもらいたい。 今後は考えると大事だと思う。 今後の課題となる廃止措置に関する最新の技術や資料を学べて良いと思います。 最新の動向が理解できて良かったと思いました。 なかなかメーカーとして最新技術の紹介はしにくいですが、出来る限り紹介してほしい。(今後共) 除染、解体技術が様々あり驚いた。現在の技術を信じたい。 今後実施する可能性がある内容なので、継続して欲しい。 伊方もいずれは廃炉する時が来るから、その時に備えて知識を身につけておく方がいいと思う。(特にこれから入社する人) 廃止措置に関する講義の内容は、いろいろな分野に応用できることが多く、来年も継続して頂きたい。 現在進行中の課題のため、最新情報を知るうえでいい機会となる。 福島についての見通しを今後も知りたい。 燃料に関しての内容がなかったのは残念 四電においても近い将来廃止になると思うので、継続すればよいと思う。
継続は不要		2	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置以外は、発電所内の教育や新聞報道等で知識が得られるため、集合教育までは不要

・非常に勉強になりました。特に福島第一の状態については、TV等の一方的な報道でしか知りえない為、各方面の方々からの説明は参考になりました。

・とても興味深い内容であったと思う。特に廃炉に関しては今後のビジネスチャンスとして関わっていききたい分野であるため、今後ともこういう教育の機会を活用したいと思う。

・本日の研修で、国、電力各社の対応状況が良く分かり自分にとって有益でした。今後も機会があれば参加したいと思います。

・こういう機会が無いので、有意義でした。また、原子力工事を長年従事してきた一人として関心があります。

・福島第一事故の教訓を踏まえた対応について、今後も対策していく必要があることが分かった。また、廃炉するにあたり、20年～30年必要ということが分かった。

・本日の講習は知っていた内容事象の復習になったが、廃止措置は今後の重要な作業になってくるので有益だった。

・廃止措置技術の教育を継続して、その時が来たら作業に参加できる知識や技術も身に付けたい。

・廃止措置講習については内容が難しかったですが、今後の業務等で役立てるように、また、社内でも全員周知します。

・福島でどの様な支援がされたか分からない人も思うので、原子力に携わる人は支援内容を知っておくことが必要ではないかと思う。

・現場の作業員にとっては、非常に有益な講習だった。今後も再教育を続けて欲しい。

・今後、必要となってくる知識や技術であるため、理解を深めていきたい。現在、問題となっている汚染水の処理について、説明を聞くことができて良かった。

・福島第一事故対応の内容については殆んど報道内容の程度しか知らなかったが、今回の講義で事故収束に向けた対応内容とあらためて優先課題であることを認識した。

・福島第一事故での状況、現状等を知ることができた。また気になっていたモニタリング支援活動の状況も分かりやすく説明して頂き、理解できた。

・国の制度を利用しなくても四電の研修として実施すべきである。

・廃止措置に関しては、今現在稼働している設備はいずれ止まり行われる措置なので、現在放射線業務に従事している人は放射線の知識と併せて出来るだけ多くの方がこういった講習を受ける機会があってもいいのではないかと思う。

・福島第一の事故後のモニタリングによって、どういう数値が得られたのか、またその数値が時間とともにどう変化していったのか等、資料への添付があればより分かりやすかったと思う。

・福島第一事故での講習が体験談も交えた大変参考になる話だった。事故が起きたところへの応援の内容が多かったのも、実際にここで起きた時の対処方法についても詳しく触れて欲しい。

・今回の研修だけでは、理解しにくい面も多いため、数日程度のコースにして継続してもらいたい。

・通常の業務では知ることのできない廃止措置の除染、解体方法、廃棄物の処分方法などを知ることができて非常に有意義だった。いずれ廃止措置を行うことになるので、教育を続けて多くの人に知ってもらいたい。

・福島第一事故での現状がとても気になっていたのも、今回の研修で勉強することが出来たので良かった。動画なども作ってもらってわかりやすかった。

・廃止措置について、最後は更地にまで分解・撤去できると知らなかったのも、講習の説明を聞いて安心しました。

・福島第一発電所1号機～4号機までの現状の放射線量の把握をすることができ、また、廃止措置における経過年数や費用などが理解することが出来て、有意義な講習を受講する事ができた。今後は福島第一の汚染水処理がうまくいき、住民の方々が一日でも早く自宅に帰ることを願っている。また、伊方発電所が早く再稼働出来る様に我々も日々努力を続けていかなければならないと思う。

・福島後に様々な対策や対応を十分に行っていることを認識できた。特に放射線管理上では、個人に対しての情報が取りまとめられなかった等の不備に対する対策がどういったものか知ることができて良かった。

・廃止措置に関しては、様々な方法や処理技術を知ることができた。また、メーカーさんの考え方や廃止措置の流れが良く理解できた。

・廃止措置には莫大な費用がかかるが、原子力発電から出る放射性廃棄物は思ったより少ないようだ。クリアランス、NR等の制度が確立すると廃棄物処理費用も格段に減ることが分かった。

・福島への対策だけでなく廃炉措置やその後の廃棄物処理の考え方をまとめて説明して頂き理解できました。

・自分もあの3/11の震災の日に1Fの4号機にて作業に従事していました。津波があればほどの事故の引き金になったと思います。あれから伊方でも震災対策をしていますが、今の伊方の様々な設備があったなら、あの日の事故もあの様な大きな事故にはならなかったのかと思います。1Fは廃炉に向けた様々な取り組みを知ることができました。

・研修内容について、四電殿のオリジナルがあれば研修に取り入れて欲しい。

・非常に良い教育になり良かったです。今後も継続すべきと思いました。

・原子力発電所(管理区域)作業に従事する社員(元請、1次協力会社)位は、必要知識として研修を受講した方が良いと思います。

・廃止措置の概要について理解するとともに今後伊方で取り組むべき事項について(廃棄物の低減他)考える必要がある。また、プラント廃止に伴う廃棄物のうち、放射性廃棄物の量が少ない事が意外だった。

・放射線管理に関する講習では、放射線の影響を具体的な数値および図で表しており、放射線の利用方法や防護の考え方もよび線量限度の在り方を学ぶことができた。

・福島第一事故後の対応として四国電力の行っていたことが理解でき、これからの福島第一を踏まえた対策としてもどんなことをやっていくか等学ぶことができた。

・廃止措置に関しては、原子炉を廃止するにしても長い時間がかかり、放射線の管理や系統除染など様々なことから安全を守っていかなければならないので大変だと思った。

・放射線と放射能の違いを学ぶ事ができたと共に放射線が人体に及ぼす影響を知ることができて、改めて原子力で働く危険意識を持ち、気持ちを引き締めることができたと思う。

・廃止措置については、概要、工程、国内プラントの廃止措置状況、除染技術、解体技術等を写真、資料により、除染方法、解体工具等を知れて良かったと思う。

・研修前に期待することで挙げていた「廃止措置」についての説明を受け、除染技術、解体技術、また、処分方法について知ることができ本講習は有益なものであった。

・自身が廃炉にかかわる事は無いと思われませんが、今後の原子力の在り方等についても考える事ができて有益だったと思います。

・福島第一事故での現地状況及び対策、原子力施設の廃止措置技術等、自分の知らない知識を研修させて頂きありがとうございました。全体的に新しい知識、情報ばかりであった為、有意義な時間でした。

・廃炉に向けての研究、開発は進められているが、まだまだの印象。貴重な話が聞けて大変勉強になりました。ありがとうございました。

・今回研修に参加し有益であった。今後、海外・国内の廃止措置の実績映像等を紹介して頂ければありがたいですが。

・今回の研修では、実際どのような作業(工事)があるのか、実感としてわかりずらかった(色々の技術があることは分かった)ので、今後はどこかのプラント解体の一コマでもよいので、映像とし紹介してほしい。

・万が一の場合、伊方では迅速な対応、体制が取れる事を確認できた。今後も機会があれば弊社社員を参加させたいと思う。

・原子力施設に従事する人にとって、本研修は有意義である。

・福島第一の事故状況から環境モニタリングおよび廃止措置まで、一連の概要を研修する事が出来たので良かった。

・今回の研修はとても有益だったと思う。特に今回メインだと思われる廃炉に関する話は、今後原子力で仕事をしていく上で避けられない話だと思うから、今回聴講することができてとてもよかったと思う。伊方でも万が一の事が起こらないとは言いきれないから、福島第一の事は今後定期的に講習をするのもいいのではないかと思った。

・通常の教育では得られない事を知り、次の作業に生かせる事が多くありました。

・廃止措置に関する講習では、海外での廃止措置の様子や解体技術の長所短所が細かく資料に記載されていて、聞きごたえのある内容だった。

・福島第一の現状と今後必要となる対策など資料での写真、図などでの説明は分かりやすく勉強になった。また、福島第一での事故を踏まえ、伊方発電所では線量管理、システム、マニュアルの策定など福一での事故時の問題点を教訓とした対応がある事を再確認する事ができた。

・福島第一事故での放射線の影響、現状等の講習を聞き、事故から約3年経過したが、その影響は大きく、まだ課題が山積みだと思った。それらを踏まえ四電(伊方)において誠実に自分にできる仕事をしなければならぬと思います。

・事故が発生した際は職種により対処が違ってきますので、担当設備ごとに詳しく研修をしたいです。

主な感想、意見、要望等

(実績)

原子力保安研修所
 保修訓練グループ

日 程 表

研修名: 福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修

日時	8 :40	9	10 :30	11	12 13	14	15	16	17 :20
	移動		オ リ エ ン テ ー シ ョ ン	福島第一事故の振り返り ・福島第一事故報告書に基づいた事故の概要、課題の学習	シミュレータによるSBO体験 ・担当設備のSBO時の役割			作業体験 ・高線量・暗闇環境下を模擬した点検作業	
			MTC 指 導 員	MTC 講師	MTC 指導員			MTC 指導員	
	測定器、防護具取扱訓練 ・放射線測定器の取扱い ・高線量防護具の脱着訓練				グループ討議 ・福島第一事故から得た教訓、今回の訓練体験から過酷事故防止に対する改善提案等の検討		アンケート、感想、意見交換 終講懇談会	移動	
	社内講師(伊方)				MTC 講師、指導員				

MTC: 原子力保安研修所

(実績)

原子力保安研修所
 保修訓練グループ

日 程 表

研修名:放射線管理および廃止措置研修

日時	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	:40		:30							:20
		オリエンテーション	放射線管理に関する講義			廃止措置に関する講義			アンケート、 終講懇談会	
			<ul style="list-style-type: none"> ・放射線と放射能の違い ・放射線の人体への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・福島第一事故での放射線の影響 ・福島第一事故での放射線管理上の不備 ・福島第一発電所の現状 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃止措置の概要、関連制度 ・除染技術、解体技術 ・廃棄物とその処分 ・国内外の廃止措置状況 ・福島第一発電所の廃止措置 					
		MTC指導員	社内講師 (伊方)	社内講師 (本店)	三菱重工業			MTC指導員		

MTC:原子力保安研修所

原子力保安研修所

担 当	副リーダー	リーダー

原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修アンケート(1/2)

コース名	福島第一事故の振り返りとシミュレータによるSBO体験研修				
ふりがな					
氏 名					
年 令	才				
所 属	発電所・部・会社		G・部・課		分担・係
研修期間 希望する研修日に て記載願います。	平成	年	月	日	()
	～	平成	年	月	日
	()				
宿泊および 食事の有無	宿泊ホテルの要否 ○を付けて下さい。	要・否	食事の要否 必要な食事に○を付けて下さい。	夕食	朝食

[研修前]

記入日： 平成 年 月 日

業務経験年数	該当に○ を付けて下 さい。	10年未満	10年以上20年未満	20年以上	
現在までの 担当設備 (選択)	該当に○ を付けて下 さい。	機械	電気	計装	その他
研修に臨み 期待すること等	記載例. SBO体験は全くないので、貴重な体験になると思われる。				

原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修アンケート(2/2)

[研修後]

<p>今回の研修は有益だったか○を付けて下さい。</p>	研修項目	有益だった	どちらでもない	有益でなかった
	福島第一事故の振り返り			
	シミュレータによるSBO体験			
	高線量・暗闇環境下体験			
	測定器、防護具取扱訓練			
	グループ討議			
<p>研修内容への要望、ご意見等</p>	研修項目	研修内容への要望、ご意見等		
	福島第一事故の振り返り			
	シミュレータによるSBO体験			
	高線量・暗闇環境下体験			
	測定器、防護具取扱訓練			
	グループ討議			
<p>来年も継続するとしたらどれを継続して欲しいでしょうか。ある方は、○を付けて下さい。(複数可)</p> <p>また、研修自体の継続が不要と思われる場合は、継続は不要に○を付けて下さい。</p>	研修項目	○を記入	ご意見等	
	福島第一事故の振り返り			
	シミュレータによるSBO体験			
	高線量・暗闇環境下体験			
	測定器、防護具取扱訓練			
	グループ討議			
	継続は不要			
<p>感想、ご意見、要望等をお願いします。</p>				

原子力保安研修所

担 当	副リ-ダ-	リ-ダ-

原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修アンケート(1/2)

コース名	放射線管理および廃止措置研修		
ふりがな			
氏 名			
年 令	才		
所 属	発電所・部・会社	G・部・課	分担・係
研修期間 希望する研修日に て記載願います。	平成 年 月 日 ()	~ 平成 年 月 日 ()	

[研修前]

記入日: 平成 年 月 日

業務経験年数	該当に○ を付けて下 さい。	10年未満	10年以上20年未満	20年以上		
現在までの 担当設備 (選択)	該当に○ を付けて下 さい。	機械	電気	計装	放管	その他
研修に臨み 期待すること等		記載例. 福島第一事故と同様な事象が起こった場合、伊方PSでの放射線量はどんな感じになるのか気になる。				

原子力保安研修所 原子力安全性向上人材育成事業 研修アンケート(2/2)

【研修後】

	研修項目	有益だった	どちらでもない	有益でなかった
今回の研修は有益だったか○を付けて下さい。	放射線と放射能の違い、放射線の人体への影響			
	福島第一事故での放射線の影響、現状等			
	廃止措置に関する講義			
研修内容への要望、ご意見等	研修項目	研修内容への要望、ご意見等		
	放射線と放射能の違い、放射線の人体への影響			
	福島第一事故での放射線の影響、現状等			
	廃止措置に関する講義			
来年も継続するとしたらどれを継続して欲しいでしょうか。ある方は、○を付けて下さい。(複数可) また、研修自体の継続が不要と思われる場合は、継続は不要に○を付けて下さい。	研修項目	○を記入	ご意見等	
	放射線と放射能の違い、放射線の人体への影響			
	福島第一事故での放射線の影響、現状等			
	廃止措置に関する講義			
	継続は不要			
感想、ご意見、要望等をお願いします。				