

新規制基準を踏まえた JRR-3の安全対策について

令和2年11月24日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

目次

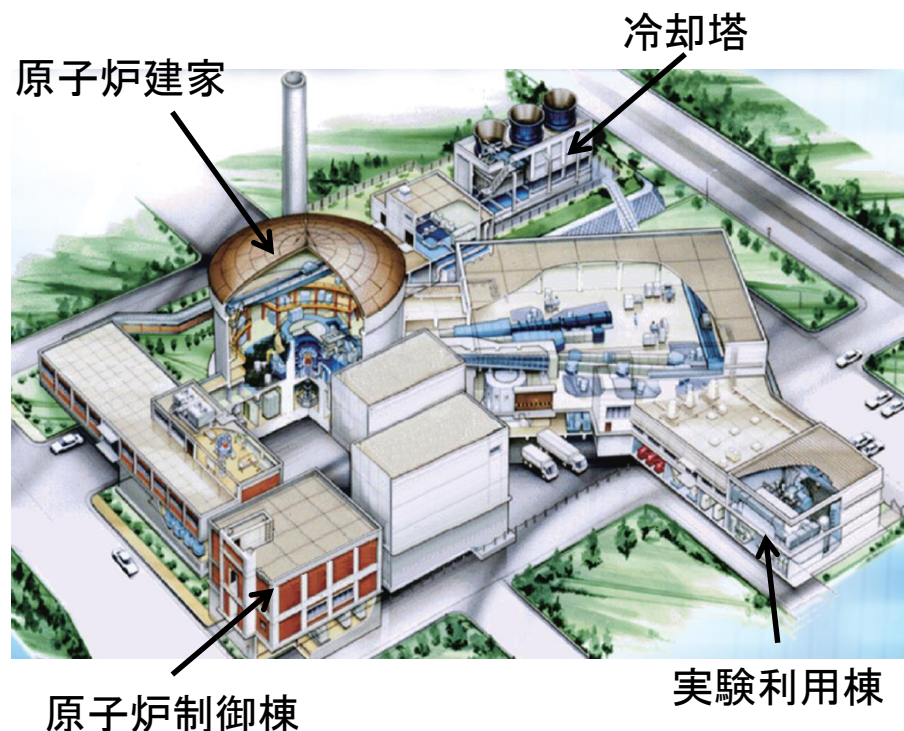
JRR-3の概要	2
安全上重要な施設の設計方針	7
新規制基準を踏まえた主な対応	13
事故発生時の対策	25
参考資料	34

JRR-3の概要

JRR-3は、昭和37年に、わが国初の国産研究炉として臨界に達した後、原子力の黎明期を支える多くの研究に活用されてきました。平成2年には、性能向上目指した改造を行い、出力20MWの高性能汎用研究炉として利用を開始しました。平成30年11月には、新規規制基準適合性確認に係る許可を取得し、現在、建家耐震改修工事等を進めています。

運転再開後は、中性子ビーム実験、燃料・材料の照射、RIやシリコン半導体の製造の他、冷中性子による高分子の構造解析による生命現象の解明などの利用を再開する計画です。

JRR-3の主な仕様	
型式	濃縮ウラン軽水減速冷却プール型
燃料要素	低濃縮ウランシリコンアルミニウム分散型燃料
熱出力	20MW
熱中性子束	最大約 3×10^{18} n/m ² ・s
炉心形状	円柱(直径:60cm、高さ:75cm)
運転形態	サイクル運転 (26日連続/cy: 6~7cy/年)



原子炉建家鳥瞰図

◆ 常温、常圧の冷却水

- 圧力容器を持たず蒸気の発生もない
- プールタイプの炉心であり高圧部がない
- 運転時の冷却水温度は40°C、炉心燃料の最高温度は100°C程度

◆ 確実な原子炉停止

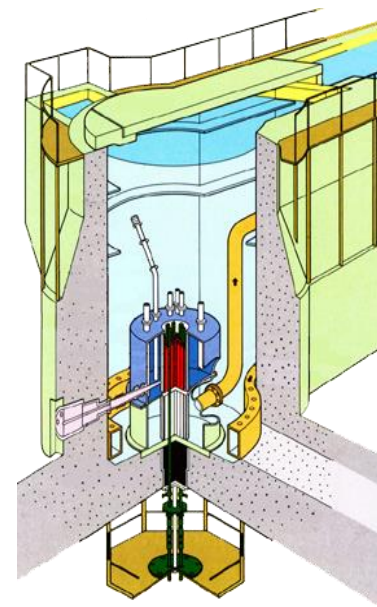
- 制御棒は保持電磁石の電源遮断により自重により落下する設計
- 安全保護系は異常を検知すると直ちに原子炉を自動停止
- 震度4程度の地震を検知し、原子炉を自動停止

◆ 除熱性に優れた燃料

- 燃料は比表面積が大きい板状燃料
- 燃料の被覆材は熱伝導に優れるアルミニウム合金製
- 崩壊熱の除去は、原子炉停止後30秒間の強制循環のみ
- その後は、冷却水の自然対流のみで可能であり、電力は不要

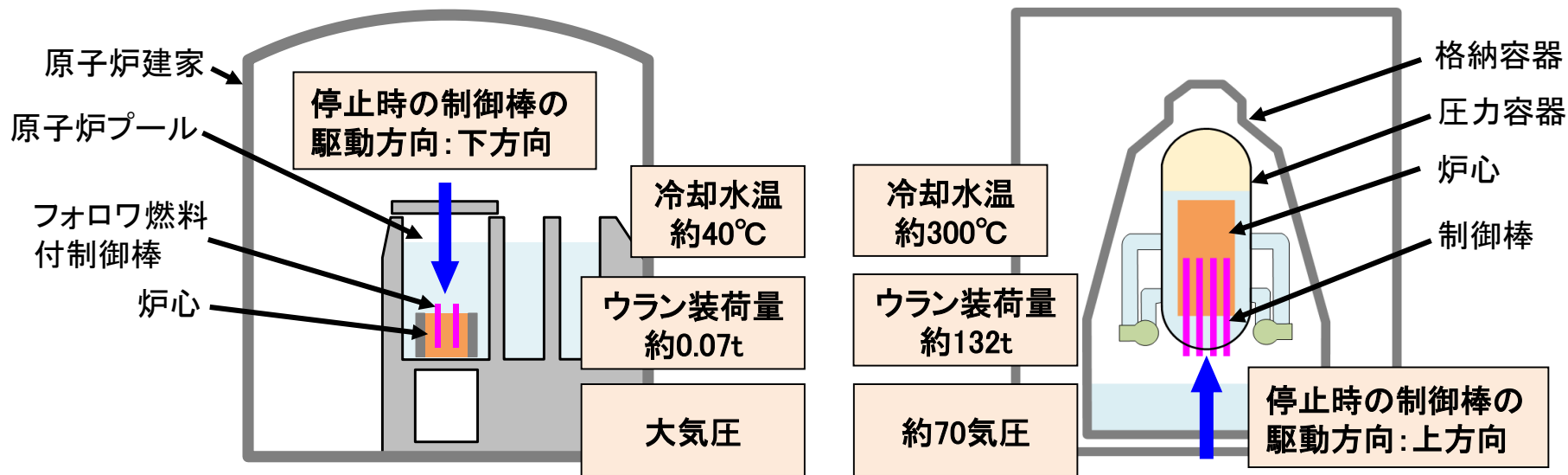


炉心損傷・燃料要素の破損に至るおそれが極めて低い。



- ◆ 試験研究炉(JRR-3)
 - 核分裂連鎖反応により発生した中性子をビーム実験・RI製造等に利用
- ◆ 実用発電炉(BWR)
 - 核分裂連鎖反応により発生した熱エネルギーを利用

項目	試験研究炉(JRR-3)	実用発電炉(BWR)
目的	研究・開発	発電
熱出力	2万kW(年間6~7サイクル) 【注】26日連続運転/cy	330万kW (24時間、365日連続) (電気出力110万kW)
ウランの装荷量	0.07t	132 t
運転中の冷却水温度	<u>40°C程度</u>	<u>約285°C</u>
運転中の圧力	大気圧	約70気圧
停止後の冷却	<u>自然循環にて冷却</u> (強制循環冷却は 停止後30秒間のみ)	<u>長期間の強制冷却が必要</u>



JRR-3の概略図

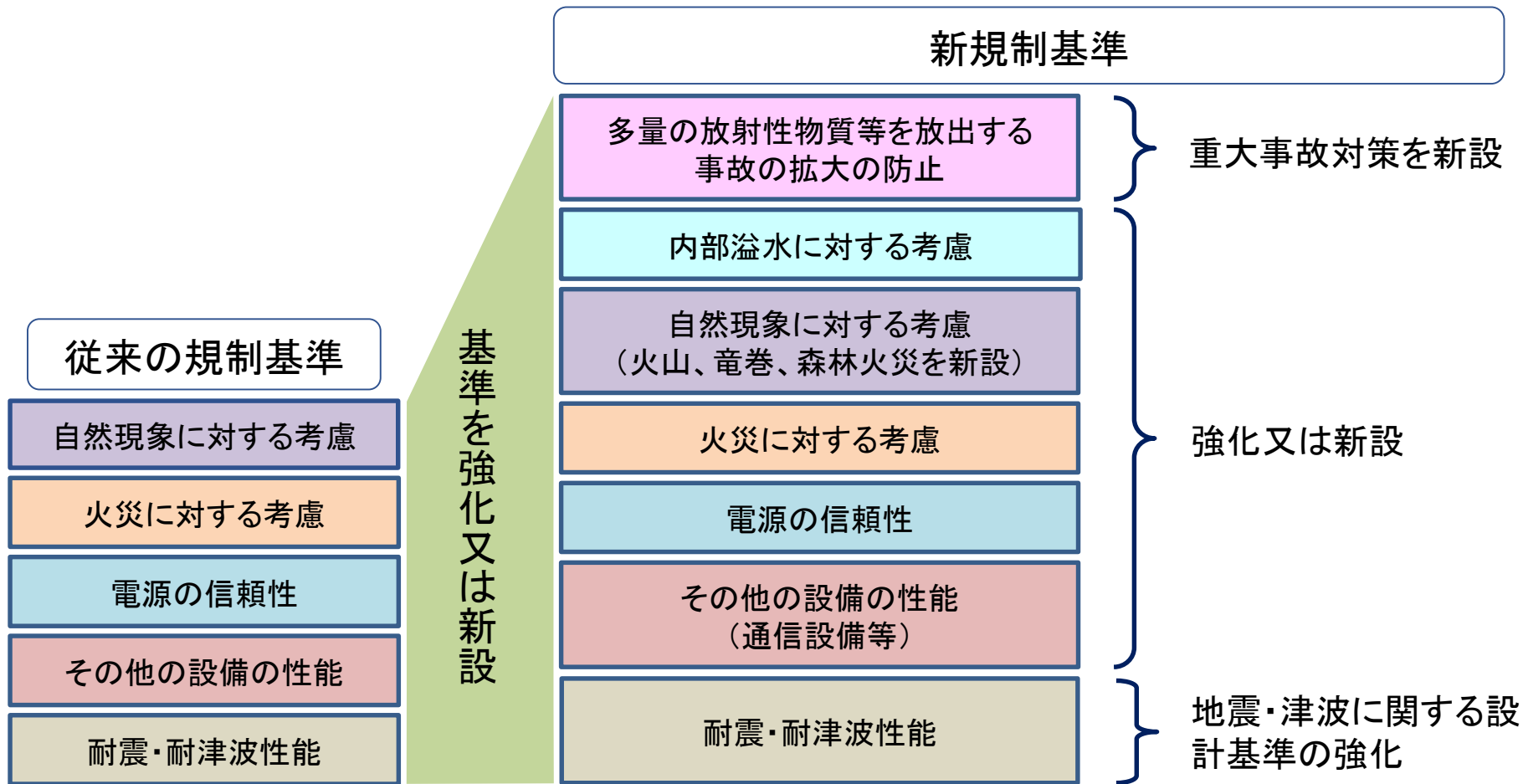
BWRの概略図

対象核種	炉内蓄積量	
	東京電力福島第一原発*1	JRR-3*2
ヨウ素131	2.3×10^{18} Bq	1.8×10^{16} Bq

* 1: 福島第一原発(3号機): 第9回原子力災害事前対策等に関する検討チーム会合資料(資料3)

* 2: 仮想事故の炉内蓄積量のヨウ素131等価換算(参考値)。

安全上重要な施設の設計方針



◆ **新規制基準は、東京電力福島第一原子力発電所の事故の反省を踏まえて策定**

- 既に許可を得た施設に対しても最新の規制基準への適合を義務付ける「バックフィット制度」を導入
- 地震や津波に加えて、竜巻や火山等の自然現象に対する厳格な評価とそれに対する防護対策を要求
- 重大事故(多量の放射性物質等を放出する事故)の対策を新たに規制の対象に追加

- 地震：
地震による安全機能の喪失を想定すると公衆の被ばくが5mSvを超えるおそれがあり、耐震Sクラスに属する施設を有する。
- 津波：
耐震Sクラス施設に属する施設を有することから実用発電炉に対して想定する「大きな影響を及ぼすおそれがある津波(基準津波)」に対する設計とする。
- 竜巻、火山事象：
竜巻及び火山事象(降下火砕物)については、原子力施設の特徴、リスクの程度に応じた安全要求を適用する等級別扱い(グレーデッドアプローチ)を適用し、敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえたハザードに対する防護設計とする。
- その他外部事象：
実用発電炉に対して想定する荷重と同一の条件で設計する。

地震	津波	竜巻	火山事象	その他外部事象
耐震Sクラスで設計	基準津波で設計	基準竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)で設計	敷地に影響を及ぼし得る降下火砕物は極微量	実用発電炉に対して想定する荷重と同一の条件で設計

グレーデッドアプローチを適用した想定

影響評価の実施

- JRR-3における「安全上重要な施設(※1)」の有無及びグレーデッドアプローチの適用(※2)を判断するため、竜巻及び火山事象に起因して、JRR-3から放出した放射性物質等による一般公衆への影響について評価を実施
- 大規模な竜巻及び火山事象に対して、閉じ込め機能の喪失(燃料要素の機械的破損)により放射性物質の放出が想定されるものの、公衆に対する影響は5mSvと比べて十分に低く、「安全上重要な施設」に該当する施設及び設備がないことを評価により確認



グレーデッドアプローチの適用

JRR-3の竜巻及び火山事象については、グレーデッドアプローチを適用し、公衆に対する放射線影響が5mSvを超えない試験研究用等原子炉施設(耐震B、Cクラスの原子炉施設)と同等の事象想定とする。

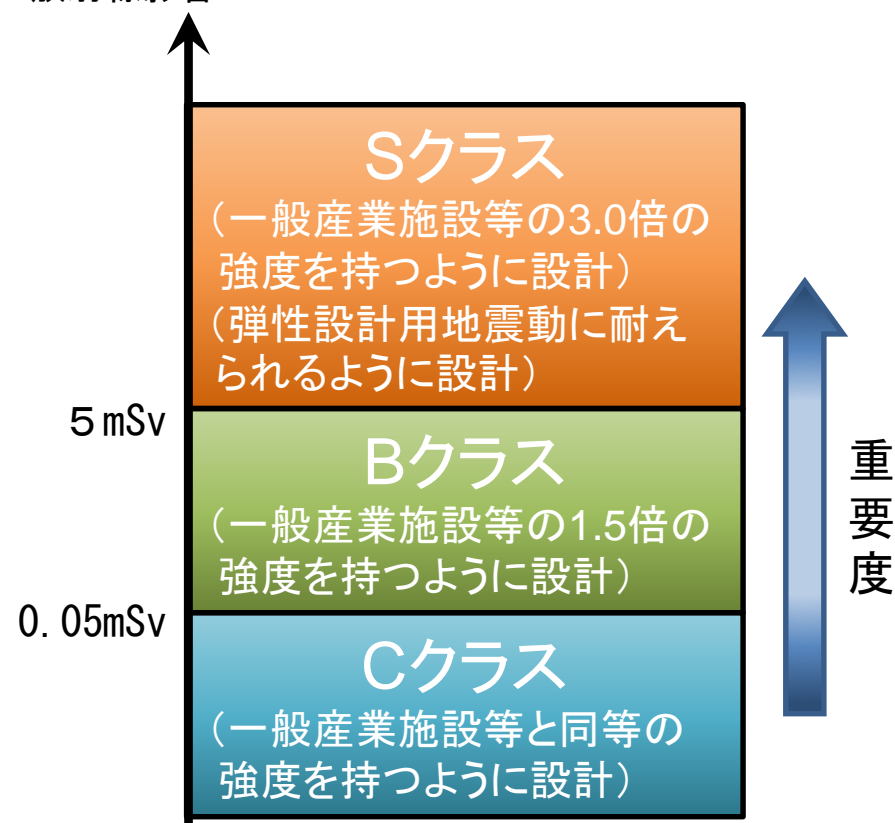
※1「使用施設等の新規制基準における「安全上重要な施設」の選定の考え方について」(平成27年8月19日)及び「試験研究用等原子炉施設への新規制基準の審査を踏まえたグレーデッドアプローチ対応について」(平成28年6月15日)を参考に、機器の機能喪失により公衆が被ばくする線量の評価値が、発生事故当たり5mSvを超えるものを安全上重要な施設とする。

※2「核燃料施設等における竜巻・外部火災の影響による損傷の防止に関する影響評価に係る審査ガイド(平成28年11月30日)」及び「耐震Sクラスを有する試験研究炉に係る火山及び竜巻に対する重要度に応じた性能要求の考え方について(平成29年7月12日)」を参考に、耐震Sクラスを有する施設であっても、その施設の特徴を考慮して、竜巻及び火山事象による安全機能の喪失やその公衆への被ばく影響評価を適切に実施した上で、5mSvを超えないと判断できる施設にあっては、敷地及びその周辺における過去の記録を勘案し、適切に設定された竜巻や火山事象を想定して、安全機能が維持されることを確認する。

地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて、次のように分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

- **Sクラス:**
 安全施設のうち、その機能喪失により周辺の公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼす(5mSvを超える)おそれがある設備・機器を有する施設
- **Bクラス:**
 安全施設のうち、その機能を喪失した場合Sクラス施設に比べて影響が小さい施設
- **Cクラス:**
 Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設又は公共施設と同程度の安全性が要求される施設

機能喪失時の放射線影響



原子炉建家

【原子炉建家内のSクラス設備、機器】
 原子炉プール、冠水維持設備、
 燃料要素、制御棒、制御棒駆動機構、
 炉心構造物、使用済燃料プール等

【原子炉建家内のBクラス設備、機器】
 安全保護系、崩壊熱除去設備、重水
 冷却系設備、非常用排気設備等

制御棟

【制御棟内のBクラス設備、機器】
 原子炉停止回路

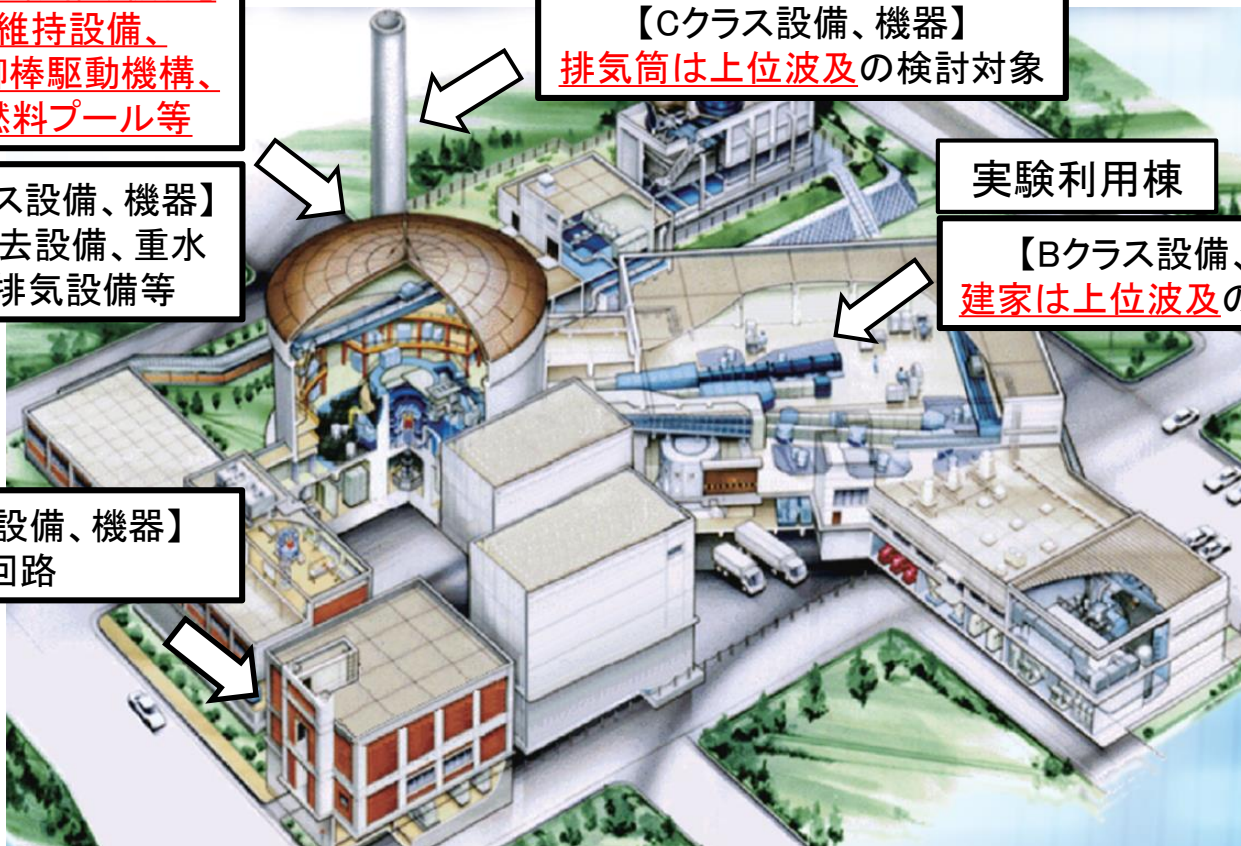
排気筒

【Cクラス設備、機器】
 排気筒は上位波及の検討対象

耐震重要度は、S、B、C
 の3クラスに分類される

実験利用棟

【Bクラス設備、機器】
 建家は上位波及の検討対象



- 耐震Sクラス設備、機器は、全て原子炉建家内に設置
- 排気筒、実験利用棟等の周辺建家は、原子炉建家への上位波及を検討

新規制基準を踏まえた主な対応

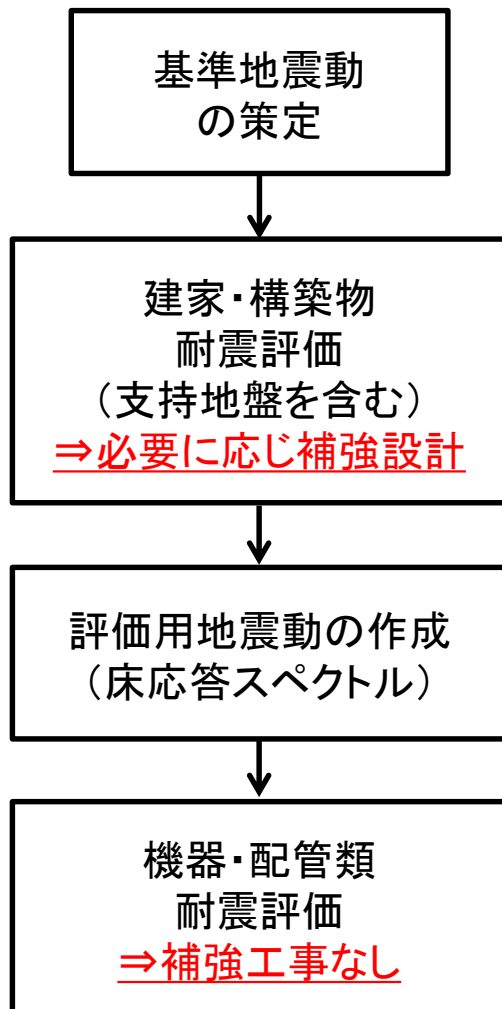
許可基準規則	従来の方策	新規制基準対応	追加の措置等	詳細
地震対策	設置時(耐震指針策定前)の分類に基づき自主的に分類し設計	<ul style="list-style-type: none"> ・規則(解釈)に従った耐震重要度分類を実施 ・<u>耐震Bクラス及びCクラスの波及影響評価を実施</u> ・H19年の建築基準法改正を踏まえた補強を実施 	<u>建家・排気筒の耐震補強工事を実施</u> ^{注1}	P.16 ~17
津波対策	過去の津波(十勝沖地震の5m)を考慮	<ul style="list-style-type: none"> ・大きな影響をおよぼす津波に対し安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 	追加工事なし (JRR-3の標高T.P.約19m)	P.18
火山	<u>追加された要求事項</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・想定される降下火砕物は極微量であり安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 ・<u>万一の降灰に備えて、原子炉停止及び火山灰除去を規定化</u> 	<u>除灰作業に必要な装備を整備</u>	P.19
竜巻	<u>追加された要求事項</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・竜巻飛来物の飛散防止対策を規定化 ・<u>過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(F1、最大風速49m/s)を考慮しても安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認</u> 	飛散防止対策を実施	P.20
森林火災	<u>追加された要求事項</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>森林火災の熱影響により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認</u> ・<u>樹木の管理の実施</u>を規定化 	・原科研として <u>消防車を1台追加</u>	P.21

許可基準規則	従来の方策	新規制基準対応	追加の措置等	詳細
内部火災対策	火災の発生防止、早期感知と消火、影響軽減の3方策を適切に組み合わせて設計	<ul style="list-style-type: none"> ・内部火災により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 ・<u>施設内において火災発生を確認したときは、原子炉停止を規定化</u> ・<u>可燃物の持ち込み制限</u>について規定化 	<u>建家貫通部のケーブルの物理的分離を実施^{注1}</u>	P.22 ~23
内部溢水	<u>追加された要求事項</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>内部溢水により安全機能を損なうおそれがないよう設計</u> ・管理区域外に漏れいしない設計であることを確認 	<u>1次冷却材補助ポンプの被水対策設備を設置^{注1}</u>	P.24
安全保護回路	原子炉停止回路に係るケーブルを2重化	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>火災発生を考慮したケーブル分離</u>(ケーブルトレイ、電線管等)となっていることを確認、一部新規設置 	<u>建家貫通部のケーブルの物理的分離を実施^{注1}</u>	P.23
BD ^{注2} の拡大防止	<u>追加された要求事項</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>負の反応度効果を有するホウ酸を準備</u> ・<u>原子炉プール水を喪失した場合に備えて給水設備を整備</u> 	<u>原子炉建家の内部及び外部給水設備を新たに設置^{注1}</u>	P.26 ~27

注1: 設工認、使用前検査の対象の追加工事あり

注2: 多量の放射性物質等を放出する事故

耐震評価の流れ



➤ 基準地震動

- 従来に比べて2倍以上の加速度を想定

変更前: 386cm/s^2

変更後: 952cm/s^2 (断層の連動等を考慮)

➤ 建家の耐震性

○原子炉建家に関する耐震性

- Sクラス設備、機器への上位波及を考慮して原子炉建家屋根の補強工事を実施

○周辺建家に関する耐震性

- 原子炉建家への上位波及を考慮して補強工事を実施

【対象建家】使用済燃料貯槽室、燃料管理棟、
実験利用棟、排気筒

- 建築基準法に基づく補強工事も合わせて実施

【対象建家】使用済燃料貯槽室、燃料管理棟、
実験利用棟、制御棟、コンプレッサ棟、
冷却塔、排気筒



原子炉建家の補強イメージ

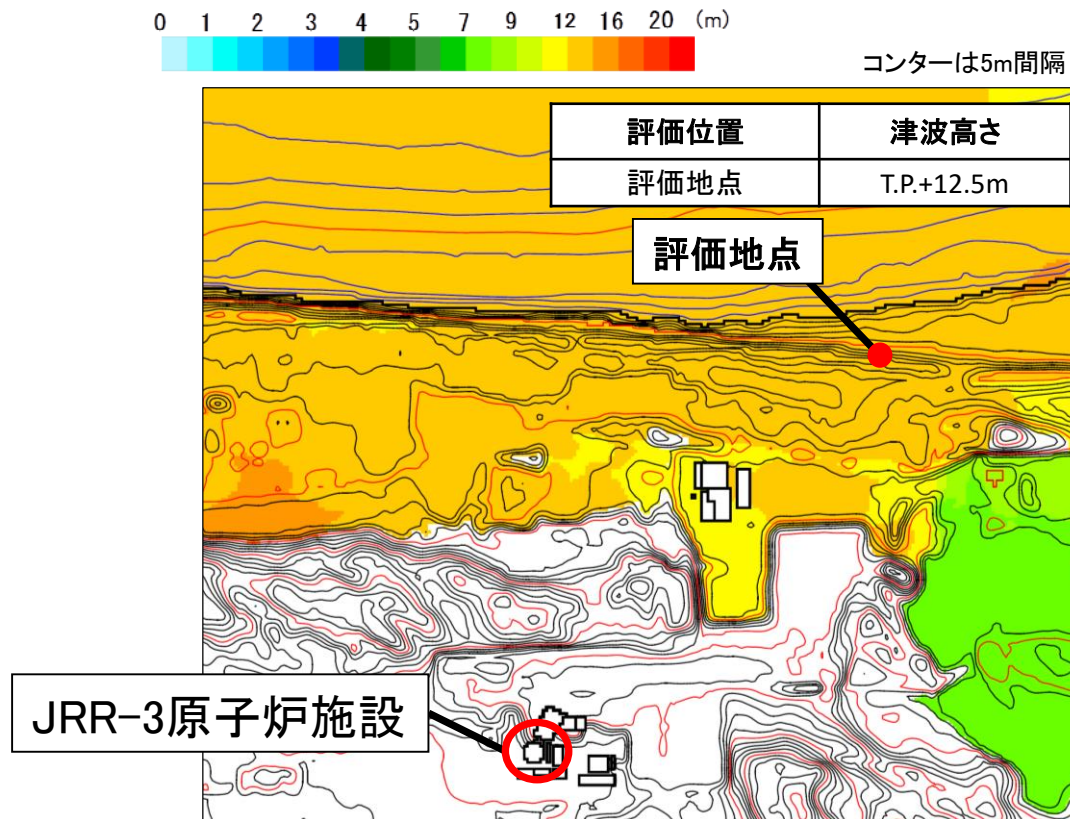
各建家の耐震補強工事の内容

建家名称	耐震補強内容
原子炉建家	・新しい屋根の設置
燃料管理施設 使用済燃料貯槽室	・地下部連結(基礎の補強) ・地上部補強(増打壁の設置)
実験利用棟	・地下部補強(基礎の補強) ・地上部補強(開口閉塞、増打壁の設置)
排気筒	・支持鉄塔の設置
原子炉制御棟	・地上部補強(スリット追加)
冷却塔	・地上部補強(新設壁・増打壁の設置)



排気筒の支持鉄塔のイメージ

- プレート間地震による津波を基準津波として選定
- 基準津波による敷地における遡上高さはT.P.+11.4m
(潮位のばらつき、高潮の影響等を考慮するとT.P.+14.6m)
- JRR-3原子炉建家はT.P.+19mの台地上に位置するため、基準津波による影響はない



津波高さ分布図

(プレート間地震:茨城県沖から房総沖に想定する津波波源)

JRR-3施設において考慮すべき火山事象は、降下火砕物(火山灰)である。完新世の火山活動に関する記録によると、敷地及びその周辺の降下火砕物の層厚は極微量であることから、火山による被害を受けるおそれはない。

以下を保安規定に規定化

(原子炉停止)

- 噴火により敷地への降灰の可能性が示唆された場合、原子炉を停止する。

(除灰作業)

- 万一の降灰に備えて、火山灰除去対応については、富士山宝永噴火(1707年)の降灰量(火山からの距離は、敷地から最寄りの高原山約90kmを想定)を参考とし、降灰量の総量を16cm、そのうち初日の降灰量を8cmと想定する。
- 敷地において降灰が確認された場合、JRR-3原子炉施設屋上の許容堆積荷重を超えないように除灰作業を実施する。

各建家屋根の許容堆積荷重の算出

評価対象	許容堆積荷重
原子炉施設(屋根)	3,672N/m ² (降下火砕物 約25cm相当)*
使用済燃料貯槽室(屋上)	2,685 N/m ² (降下火砕物 約22cm相当)
燃料管理施設(屋上)	5,194N/m ² (降下火砕物 約44cm相当)
使用済燃料貯蔵施設(屋上)	4,165 N/m ² (降下火砕物 約35cm相当)
実験利用棟(屋上)	2,303N/m ² (降下火砕物 約19cm相当)



除灰作業員の装備
(ヘルメット、ゴーグル、マスク等)

* : 耐震補強後の許容積算荷重

- 竜巻の接近のおそれがある場合(気象庁の竜巻発生確度ナウキャスト「発生確度2」を活用)、原子炉を停止する。
- JRR-3施設周辺(敷地から半径20kmの範囲)で過去に発生した最大の竜巻(最大風速49m/s)及びその随件事象(電源喪失等)の発生を考慮し、施設の安全機能を喪失しないよう飛来物の飛散防止対策を行う。

想定飛来物(配電盤)に対する各建家の構造健全性評価結果(原子炉建家の例)

飛来物	建家コンクリート厚さ	貫通限界厚さ	裏面剥離限界厚さ	評価結果	
				貫通	裏面剥離
配電盤	400mm	50mm	139mm	無	無

以下を保安規定に規定化

(飛来物の管理)

- 竜巻(藤田スケールF1、最大風速49m/s)による飛来によって影響を及ぼすおそれがある物体に対し、飛来防止対策として浮上しない重量にする等の措置を講じる。
- 飛来防止対策の実施状況について、年1回以上巡視する。



配電盤



自転車



空調室外機

JRR-3施設周辺の浮上する飛来物

森林火災によるJRR-3施設の建家等の表面温度が、許容温度(コンクリート: 200°C)以下であり、施設の安全性に影響のないことを確認

森林火災影響評価結果

発火点の位置	ケース①	ケース②
森林の位置	JRR-3西側	JRR-3東側
評価建家	原子炉制御棟	冷却塔
外壁面温度	92°C	118°C

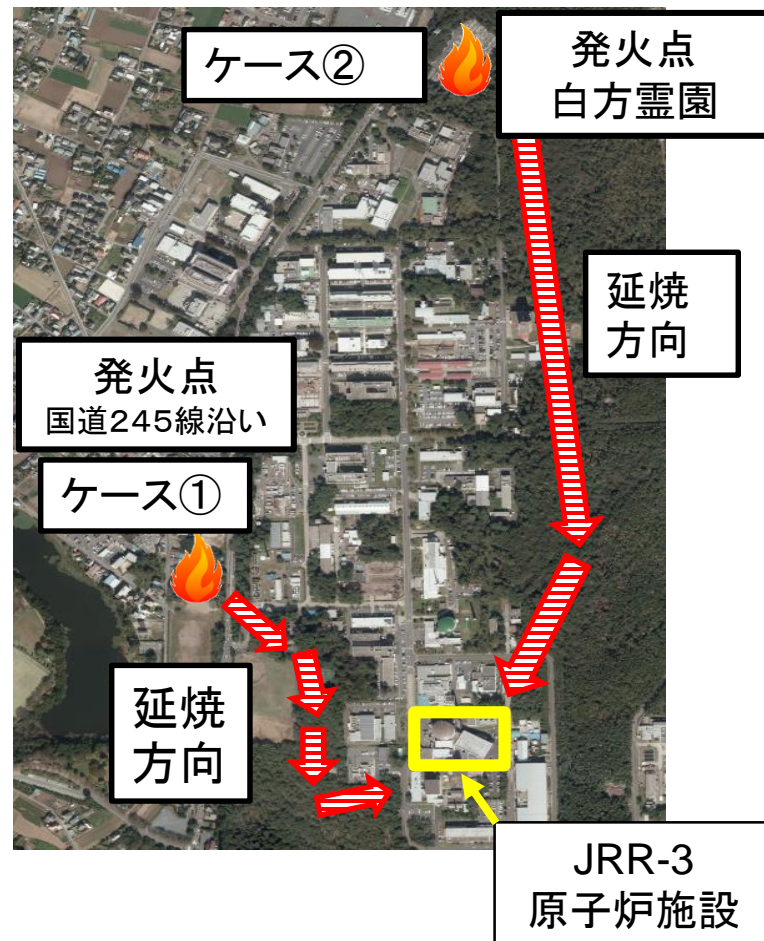
以下を保安規定に規定化

(樹木の管理)

- 今後、森林が隣接している施設については、評価で用いた離隔距離を考慮した範囲を定め、**樹木の管理を実施**

(自衛消防隊による対応)

- 原科研には、24時間体制の自衛消防隊が組織されており、常時対応が可能
- 火災を覚知した場合、自衛消防隊が化学消防車で出動し、消火活動を実施



出典: 国土地理院・地理院地図

➤ 三方策による防護

- 火災の発生の防止 : 発火性物質、引火性物質の管理
- 火災の検知及び消火 : 自動火災報知設備、消火設備の設置
- 火災による影響の軽減: 区画・距離・バリアによる物理的分離、多重化、フェールセーフ設計、材質

➤ 火災発見時の対応(原子炉の停止)

JRR-3内で発生した火災の原因及び状況が、原子炉の運転に支障を及ぼし又は支障を及ぼすおそれがあると認めた場合は、原子炉を手動により緊急停止する。

➤ 停止後の原子炉の冷却

燃料の健全性維持のため、原子炉停止後30秒間は、崩壊熱除去設備により炉心冷却の必要がある。その後は炉心の冠水維持により冷却され、燃料被覆材による閉じ込め機能が維持される。

以下を保安規定に規定化

(原子炉の停止)

- JRR-3内で発生した火災の原因及び状況が、原子炉の運転に支障を及ぼし又は支障を及ぼすおそれがあると認めた場合は、原子炉を手動により緊急停止する。

◆ 重要度の高いケーブルの物理的分離

- 重要度の高いケーブル(安全保護系、非常用電源系)は、火災により一方の系統が機能を喪失した場合においても、その機能を維持するため、2系統に多重化して設置する。
- 重要度の高いケーブルは難燃性のものを使用し、さらに鋼材製のケーブルダクト、蓋付きケーブルトレイ又は電線管により隔離する。
- 原子炉建家の貫通部については、2系統のケーブルをそれぞれ分離された異なる貫通フレームを通すことによって分離し、独立性を確保する。
- 貫通部とケーブルトレイの間の一部ケーブルが露出している箇所については、分離設備(燃焼保護具)を新たに設置する。



鋼材製ダクトによるケーブル分離

- 地震による溢水(基準地震による機器破損+原子炉プール等のスロッシング)及び溢水源となりうる設備機器の単一故障により生じる内部溢水の影響により安全機能を喪失しないことを確認
- 容器、配管の破損により生じる溢水が管理区域へ漏えいしないことを確認

◆ 停止後の強制循環冷却を確保するための対策

- 原子炉停止後30秒間の強制循環冷却を確保するため、次の被水対策を実施
 - 1次冷却材補助ポンプは防滴仕様とする
 - 1次冷却材補助ポンプの基礎高さ(約68cm)を確保
 - 1次冷却材補助ポンプの電源盤に被水防護カバーを設置(新設)
- 非常用電源設備を防護するため、設置建家地階に穴付きマンホール蓋を設置(新設)

以下を保安規定に規定化

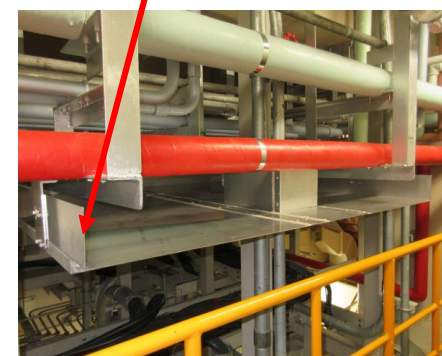
(点検頻度の見直し)

- 溢水の発生の有無を確認するため、原子炉運転中は2時間に1回の頻度で原子炉建家地階を巡視



補助ポンプの基礎

1次冷却材補助ポンプの基礎高さの確保



被水防護カバー

鋼製カバーの設置

事故発生時の対策

◆ 多量の放射性物質等を放出する事故の想定

- 原子炉の基本的安全機能である「原子炉停止」、「炉心冷却」及び「放射性物質の閉じ込め」の各機能が、設計基準事象の想定を超えて機能喪失した場合を想定する。
 - 停止機能の喪失に関する事象
 - 冷却機能の喪失に関する事象
冷却流路の喪失、冷却材流量の喪失、冠水維持機能の喪失
 - 閉じ込め機能の喪失に関する事象
- 自然現象等の共通原因となる外部地震によって、それぞれの機能が喪失した場合を想定する。事象に起因する多重故障を考慮する際は、共通要因故障として最も影響が大きいと考えられる基準地震動を超える地震によって、それぞれの機能が喪失した場合を想定



敷地周辺の一般公衆に対して過度の放射線被ばくを与えることとなる燃料の損傷が発生する可能性のある事象を「多量の放射性物質等を放出する事故」として選定

① 基準地震動を超える地震によるスクラム失敗事象

全制御棒の挿入失敗、商用電源及び非常用電源の喪失並びに強制循環による冷却機能の喪失が全て発生するものとする。

② 炉心流路閉塞による炉心冷却機能の喪失事象

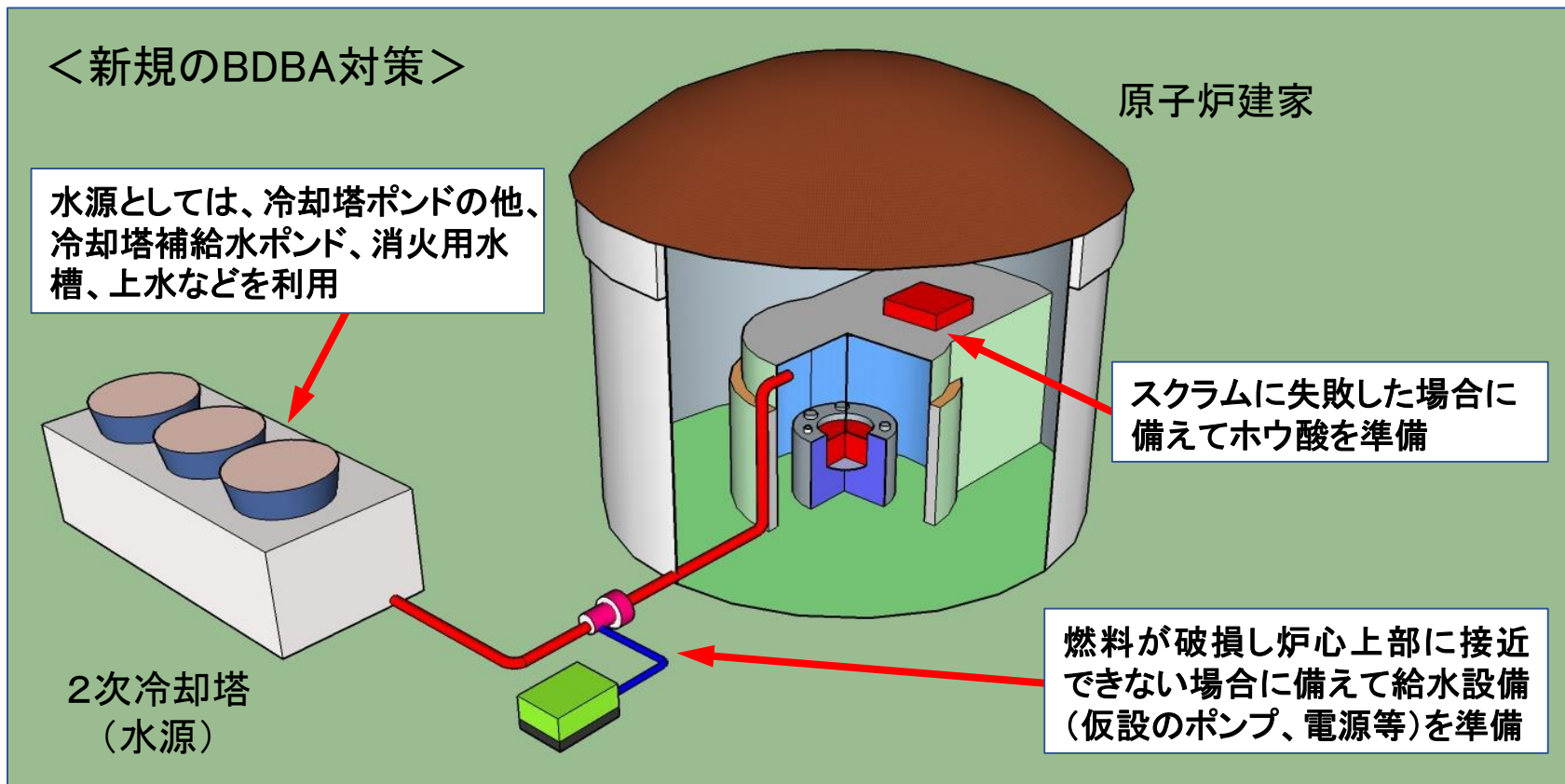
流路閉塞により燃料要素1体が損傷するものとする。

③ 基準地震動を超える地震による冠水維持機能の喪失事象

サイフォンブレーク弁2系統の故障、商用電源及び非常用電源の喪失並びに崩壊熱除去機能の喪失が全て発生するものとする。

◆ 多量の放射性物質等を放出事故の影響緩和・拡大防止対策

- 基準地震動を超える地震によるスクラム失敗事象に備えて、負の反応度効果(中性子吸収効果)を有するホウ酸を準備する。
- 基準地震動を超える地震による冠水維持機能の喪失事象に備えて、原子炉建家内及び原子炉建家外からの給水設備(可搬型ポンプ、可搬型電源設備、給水ライン)を準備する。
- 非常用排気設備が故障した場合等の建家の気密が確保できない場合は、原子炉建家に目張り等を行い建家内に放射性物質を閉じ込める。



災害、事故等が発生した場合の対策を迅速かつ的確に対処できるよう、様々な訓練を繰り返し実施

◆ 免震構造の緊急時対策所を整備

- ・階上に保安管理部、放射線管理部を配置

◆ 事故時に向けた訓練（継続的に実施）

- 緊急時活動レベル（EAL）の設定（原子力災害対策指針等の改正を受けて新たに設定）
 - ・所内外通信連絡機能の喪失（一部喪失も含む）
 - ・防護措置の準備が必要な事象
- 事故時の体制
 - ・現場対応、放射線管理対応、連絡記録対応等に役割を分担
- 事故を想定した教育訓練【非常事態総合訓練】
 - ・JRR-3の運転中に1次冷却水の漏洩事象を想定（平成30年1月）
 - ・複数施設での同時発災を想定（平成29年1月）

◆ その他の訓練

以下の教育訓練により事故時対応の確認を行っている。

- ・通報訓練：勤務時間外の連絡体制、人員確保を確認
- ・消火訓練：消火栓、消火器の使用方法を確認
- ・緊急作業訓練：緊急作業（100mSv超）を想定した事故時対応
- ・グリーンハウス設置訓練：内部被ばくを想定した事故時対応



緊急時対策所



非常事態総合訓練



消火訓練

原子力科学研究所

JRR-3管理課

事故現場

制御室

JRR-3施設全域

一斉放送装置スピーカー
ページング装置スピーカー

JRR-3現場指揮所

固定電話、FAX、テレビ会議システム、Eメール

安全管理棟*

現地対策本部

原子力科学研究所全域

緊急時構内放送システム 放送用スピーカー
構内一般放送用スピーカー

異常時通報連絡先機関等

関係官庁

自治体(茨城県、東海村、隣接市町村、オフサイトセンター)

その他関係箇所

衛星携帯電話、加入電話、無線連絡設備

*: 東日本大震災後に新設する際に免震構造建家として新設した。緊急時対策所は、本建家に設置される。

① 施設内の通信連絡

設計基準事故等が発生した場合に、JRR-3施設内の全ての人々に対して、制御室から指示できる多様性をもった通信連絡設備

② 施設間の通信連絡

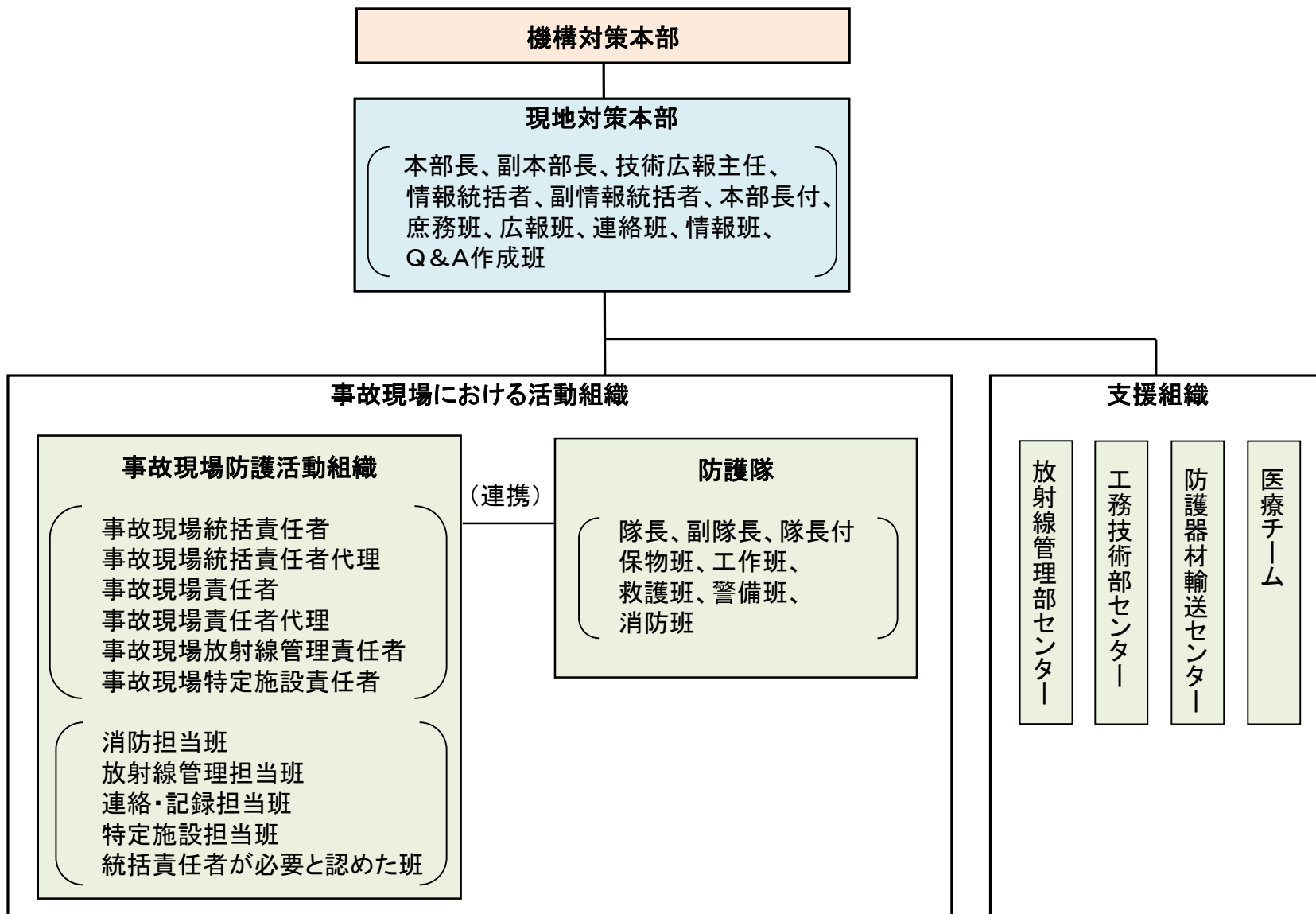
JRR-3現場指揮所から現地対策本部との通信連絡設備は、多様性を備え、相互に連絡が取れる設計

③ 敷地内の通信連絡

設計基準事故等が発生した場合に、敷地内の全ての人々に対して、事象発生時の連絡や避難指示等を行うための通信連絡設備を設ける

④ 敷地外の通信連絡

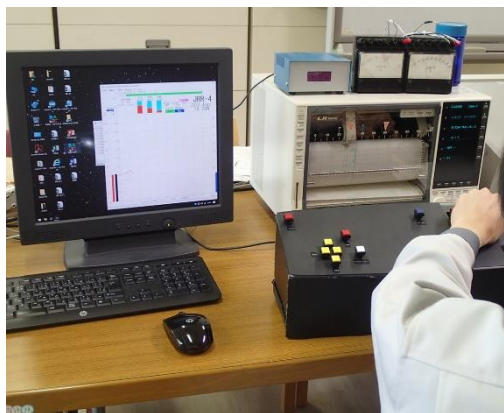
現地対策本部から関係官庁等へ連絡を行うための通信連絡設備は、専用であって多様性を確保した設計



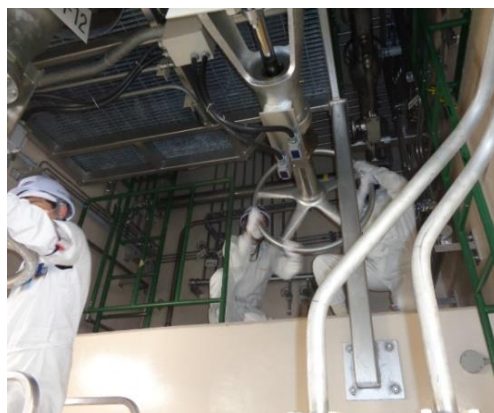
原子力科学研究所現地対策本部の組織図

◆ 運転員の力量確保に対する取り組み

- シミュレーターを用いた制御棒操作や臨界近接などの炉心特性に関する教育を実施
- 若手職員については、運転経験を有する職員とともに施設内の点検や設備の保守を実施
- 放射性物質の取扱や原子炉に関する講習会などに参加
- 原子力に関する国家資格を有する職員が在籍
- BDBAをはじめとする事故対応要領を整備し、訓練を実施



シミュレーターを用いた訓練の様子



BDBA対応訓練の様子
(1次冷却系の弁の手動操作訓練)



BDBA対応訓練の様子
(配管漏えい時の応急措置訓練)

◆ 長期停止を考慮した設備の保守

- 毎年度、機能を維持すべき機器、設備について検査を実施
- 長期停止期間中においても健全性確認、経年化対策を実施

《主な健全性確認、経年化対策》

- プロセス制御計算機の更新
- 制御棒駆動装置(可動コイル)の更新
- 安全保護系制御盤の電源ユニットの更新
- 1次冷却材熱交換器の開放点検
- 1次冷却材主ポンプ及び補助ポンプの分解点検
- 1次冷却材主要弁、サイフォンブレイク弁の分解点検
- 通信連絡設備(ページング、一斉指令放送装置)の点検



1次冷却材熱交換器の
開放点検の様子



可動コイルの更新の様子

許認可		年度				2018				2019				2020				2021			
		H30				H31/R1				R2				R3							
基本設計	原子炉設置 変更許可	安全審査				▼許可															
		詳細設計・工事等	避難通路 BDBA対策 ケーブル分離等					設工認				使用前(事業者)検査									
				原子炉建家屋根 補強工事等	設工認				耐震補強工事				使用前検査								
原子炉プールの 耐震評価					設工認				使用前事業者 検査												
	保安規定変更										審査										
原子炉運転										定期事業者 検査				原子炉運転							
										運転再開▲											

参考資料

新規制基準を踏まえた 放射性廃棄物処理場の 安全対策について

放射性廃棄物処理場は、原科研の原子炉の共通施設としての放射性廃棄物の廃棄施設である。



第1廃棄物処理棟



解体分別保管棟



減容処理棟



第3廃棄物処理棟



第2廃棄物処理棟



保管廃棄施設・L



排水貯留ポンド



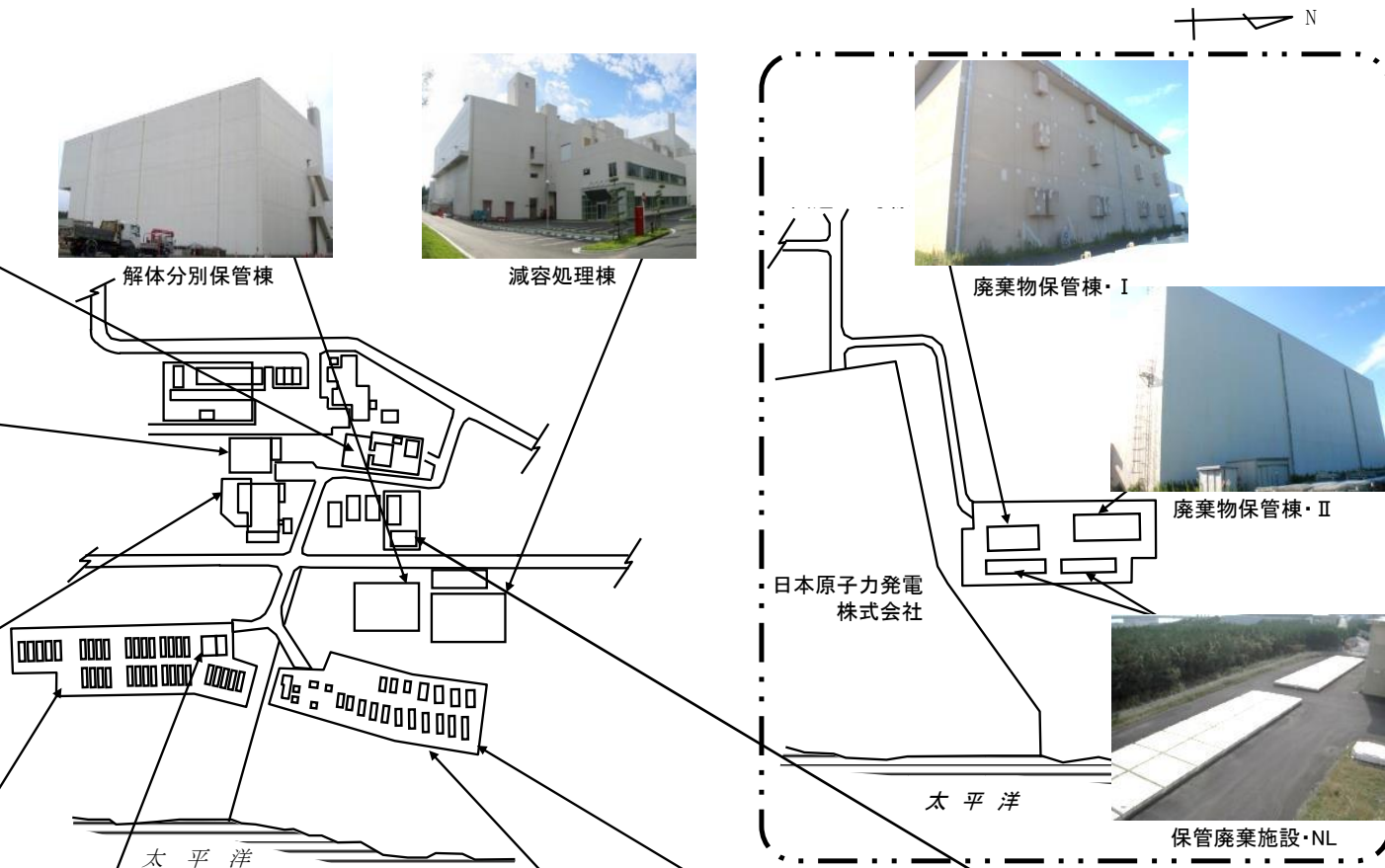
保管廃棄施設・M-2



保管廃棄施設・M-1



固体廃棄物一時保管棟



廃棄物保管棟・I



廃棄物保管棟・II



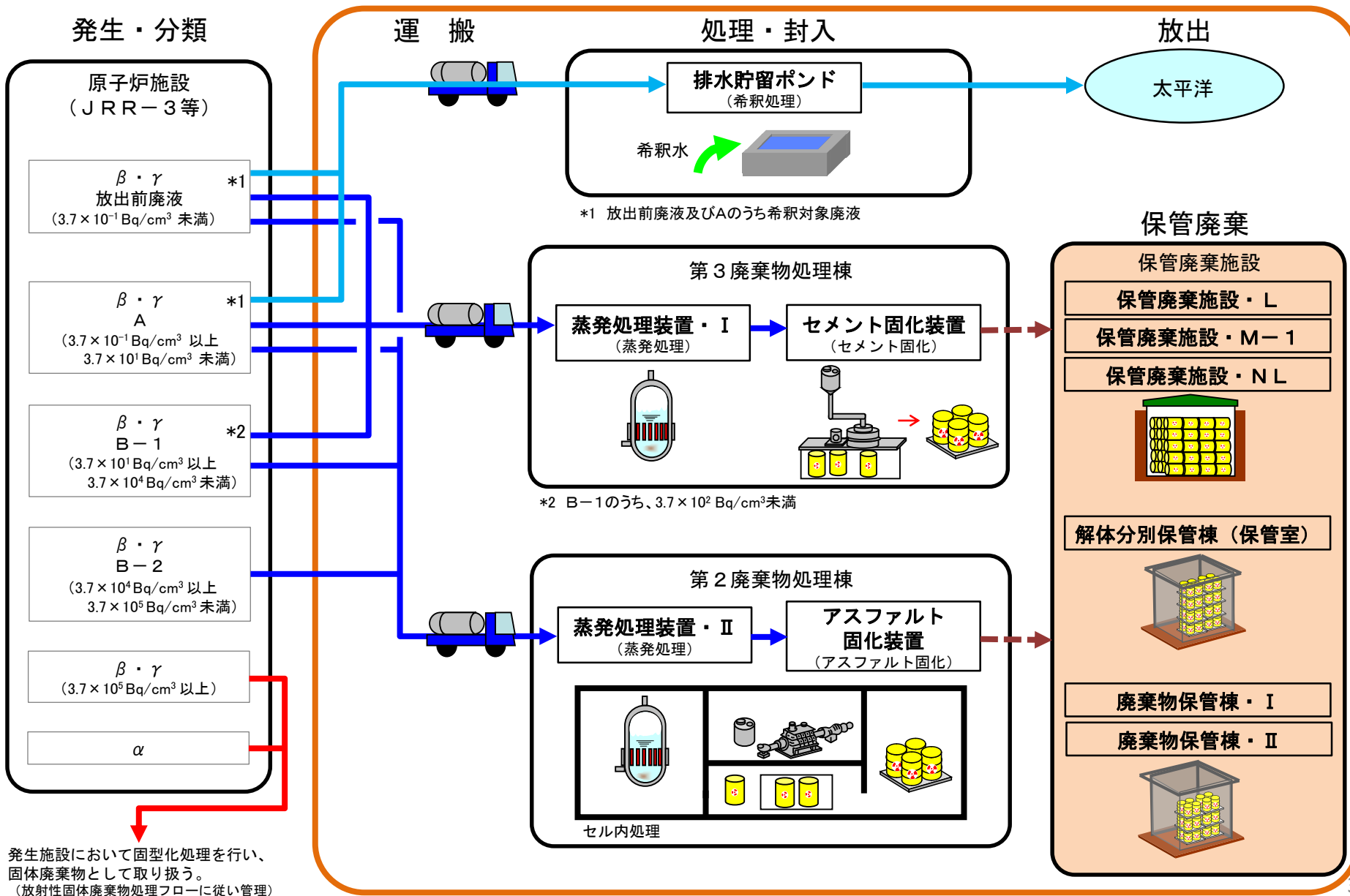
保管廃棄施設・NL

日本原子力発電株式会社

太平洋

北地区

放射性廃棄物処理場



放射性廃棄物処理場の概要(3/3)

放射性廃棄物処理場

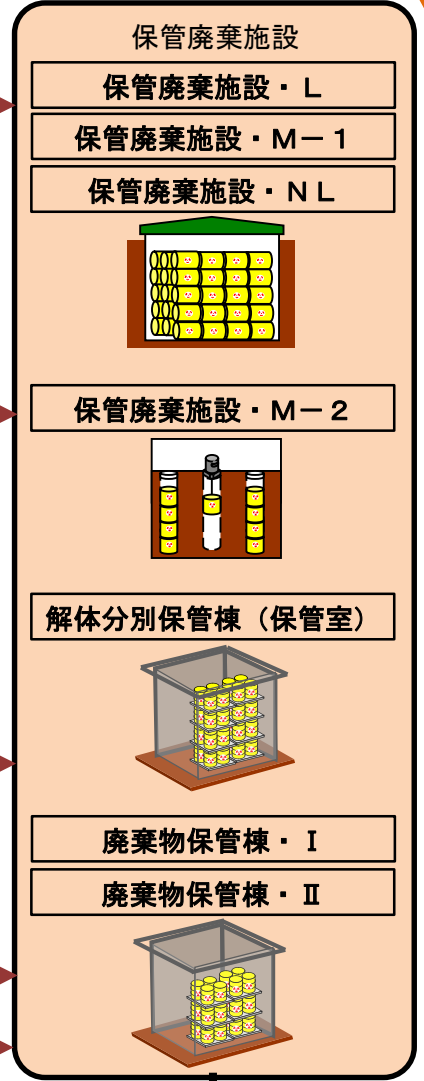
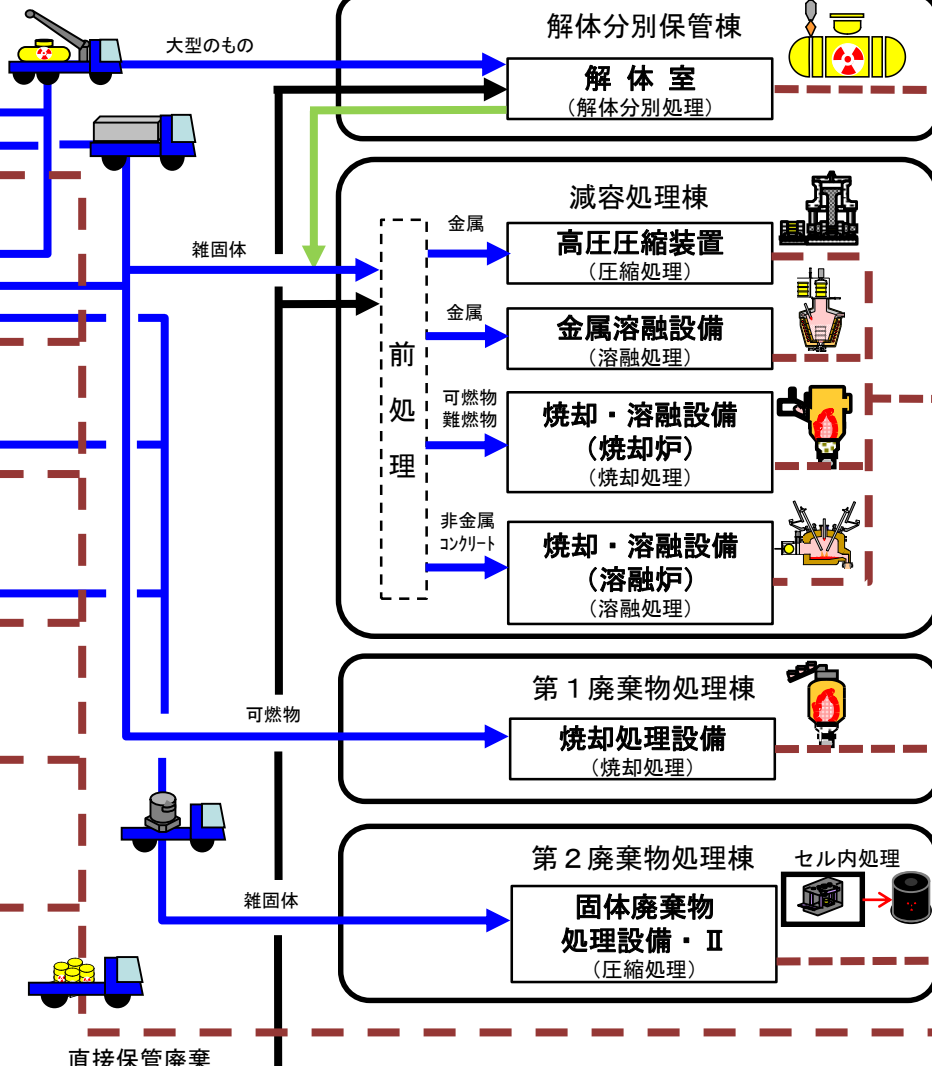
発生・分類

運搬

処理・封入

保管廃棄

- 原子炉施設
(JRR-3等)
- $\beta \cdot \gamma$
A-1
(容器表面 0.5 mSv/h未滿)
 - $\beta \cdot \gamma$
A-2
(容器表面 0.5 mSv/h以上
2.0 mSv/h未滿)
 - $\beta \cdot \gamma$
B-1
(容器表面 2.0 mSv/h以上
10 Sv/h未滿)
 - $\beta \cdot \gamma$
B-2
(容器表面 10 Sv/h以上
500 Sv/h未滿)
 - α
A-1
(3.7×10^4 Bq/20ℓ以上
 3.7×10^7 Bq/20ℓ未滿)
 - α
B-2
(3.7×10^7 Bq/20ℓ以上)



直接保管廃棄
(処理に適さないもの)

現有保管体の減容廃棄体化に向けての取出し

許可基準規則	従来の方策	新規制基準対応	追加の措置等
地震対策	設置時(耐震指針策定前)の分類に基づき自主的に分類し設計	<ul style="list-style-type: none"> ・規則(解釈)に従った耐震重要度分類を実施 ・Bクラス及びCクラスの建家について耐震改修促進法、現行の建築基準法及びその関係法令を参照し補強 	建家の耐震改修工事を実施
津波対策	過去の津波(十勝沖地震の5m)を考慮	<ul style="list-style-type: none"> ・県策定L2津波が到達する施設について、施設内への海水流入を防止するための対策を実施 	防護壁の設置工事を実施
火山	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・想定される火山灰は極微量であり安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 ・影響が及ぶおそれがある場合は、火山灰除去を規定化 	除灰作業に必要な装備を整備
竜巻	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・竜巻飛来物の飛散防止対策を規定化 ・過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻(F1、最大風速49m/s)を考慮しても安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 	飛散防止対策を実施
森林火災	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・森林火災の熱影響により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 ・草木の管理実施を規定化 	草木の管理を実施

許可基準規則	従来の方策	新規制基準対応	追加の措置等
落雷	建築基準法に基づき避雷針を設置	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・施設の特徴を考慮し落雷により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 	追加工事なし
生物学的事象	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・換気系への枯葉混入等の影響を考慮しても安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 	追加工事なし
航空機落下	防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を超えないことを確認	<ul style="list-style-type: none"> ・同左(最新のデータに基づき評価:8.2×10^{-8}回/炉・年) 	追加工事なし
近隣工場等の火災	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地外の近隣工場等(半径10km以内)において火災が発生した場合の熱影響により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 	追加工事なし
有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 	追加工事なし

許可基準規則	従来の方策	新規制基準対応	追加の措置等
不法な侵入防止 ^{注1}	物的障壁を設置	・同左	追加工事なし
内部火災対策	火災の発生防止、早期感知と消火、影響軽減の3方策を適切に組み合わせせて設計	<ul style="list-style-type: none"> ・内部火災により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 ・<u>可燃物の持ち込み制限</u>について規定化 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>消火設備の新設工事</u>を実施 ・<u>可燃物の持ち込み制限</u>について規定化
内部溢水	追加された要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・内部溢水により安全機能を損なうおそれがない設計であることを確認 ・管理区域外に漏えいしない設計であることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>被水対策工事</u>を実施
誤操作防止	インターロックの設置	・同左	追加工事なし
安全避難通路	避難用照明、誘導標識、誘導灯などを設置	<ul style="list-style-type: none"> ・避難用照明、誘導標識、誘導灯等、<u>一部新規設置</u> 	追加工事なし
安全施設	従来への許可には安全機能の重要度分類なし	重要度に応じて信頼性を確保する設計とすることを確認	追加工事なし
安全評価	試験研究炉評価指針等に基づき実施し、要件を満足する設計	・同左	追加工事なし

注1: 内部脅威者対策としては、立入りの制限、監視カメラの設置等の対策が行われている。

許可基準規則	従来の方策	新規制基準対応	追加の措置等
廃棄施設 (液体廃棄物)	・漏えいの発生、早期検出及び 拡大を防止する設計	・液体廃棄物の漏えいを早期に 検出するための機能を強化	<u>中央警備室に警報 する設備を設ける 工事等</u> を実施
廃棄施設 (固体廃棄物)	・放射性物質が散逸し難い設計	・同左	追加工事なし
保管廃棄施設	放射性物質が漏えいし難く、かつ 汚染が広がらない設計	・同左	追加工事なし
直接ガンマ線からの 防護	敷地境界外において、年間50μ Gy以下になるように設計	・同左	追加工事なし
放射線業務従事者 の防護	合理的に達成できる限り不要な 放射線被ばくを防止	・同左	追加工事なし
通信連絡設備等	施設内、敷地内外に必要な指示 又は連絡ができるよう固定電話、 構内放送システム等を設置	・同左	追加工事なし
監視設備	放射線エリアモニタ等によるモニ タリングができるとともにサン プリングによる測定ができる設 計	・同左	追加工事なし

◆ 耐震重要度分類の見直し

これまでの耐震重要度分類は、放射性廃棄物処理場各施設設置時の分類(耐震指針策定前)であったため、許可基準規則解釈を参考に耐震重要度分類の見直しを行った。

◆ 耐震性の評価に基づく耐震改修の要否

耐震クラスに基づき耐震改修の要否を判定するため、耐震改修促進法、現行の建築基準法及び関係法令に基づく耐震評価を行い、放射性廃棄物処理場各施設の耐震改修の要否判定を行った。

耐震改修が 必要 な施設	耐震改修が 不要 な施設
第1廃棄物処理棟(Cクラス)	保管廃棄施設・L
第2廃棄物処理棟(Cクラス(一部Bクラス))※	保管廃棄施設・M-1
第3廃棄物処理棟(Cクラス)	保管廃棄施設・M-2
減容処理棟(Cクラス)	排水貯留ポンド
解体分別保管棟(Cクラス)	特定廃棄物の保管廃棄施設
廃棄物保管棟・II(Cクラス)	廃棄物保管棟・I
	保管廃棄施設・NL
	固体廃棄物一時保管棟

※第2廃棄物処理棟は耐震Cクラスであるが内蔵するセルが耐震Bクラスであるため、波及影響が考えられる範囲(鉄骨屋根、セルの支持構造物及びセル周囲上部構造)は耐震Bクラスの改修工事を行う。

◆ 耐震改修工事

耐震改修が必要な施設について、耐震改修促進法、現行の建築基準法及びその関係法令に基づく耐震評価(平成19年度改正の開口部の評価方法の見直し等を反映)を踏まえ、要求する耐震性を満足するため、平成30年度後半より耐震クラスに応じた改修工事を行い、**第1廃棄物処理棟、第2廃棄物処理棟及び廃棄物保管棟・IIについては、改修工事が終了**している。

放射性廃棄物処理場各施設(耐震Bクラス又は耐震Cクラス施設)に「大きな影響を及ぼすおそれのある津波」としては、行政機関により評価された津波を考慮し、“茨城沿岸津波対策検討委員会が平成24年8月策定した「茨城沿岸津波浸水想定」で示されている**最大クラスの津波(L2津波※)**”とする。

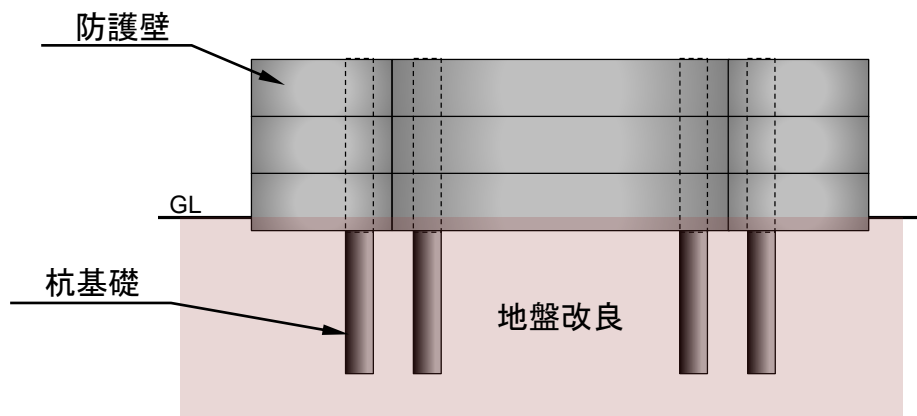
※ L2津波: 発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす津波

■ 放射性廃棄物処理場における津波防護対策の考え方

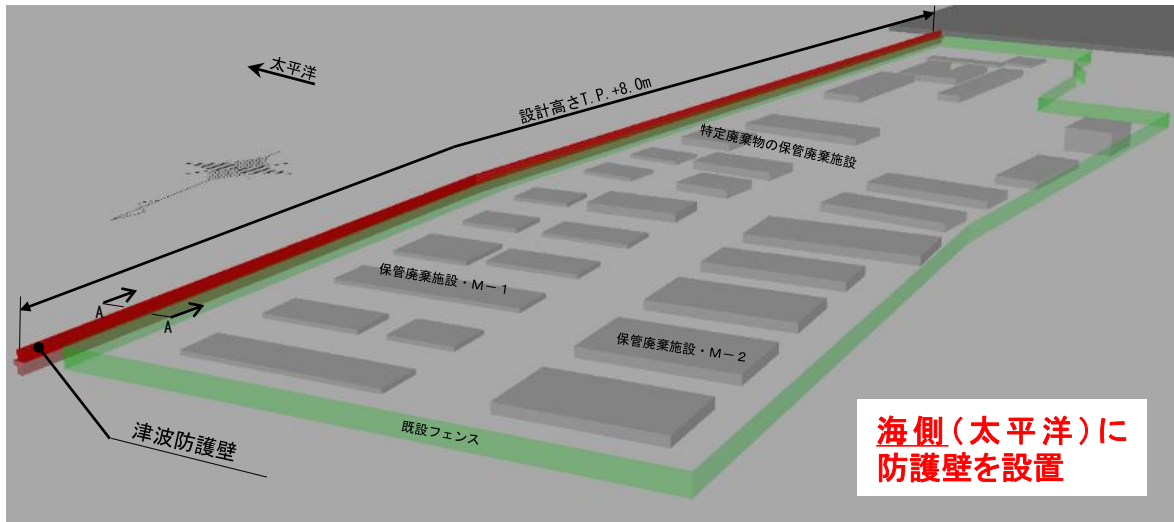
行政機関により評価された影響が最も大きい津波(L2津波)の遡上波が到達した場合に、**施設内に海水が流入することがないような対策**を講ずる。



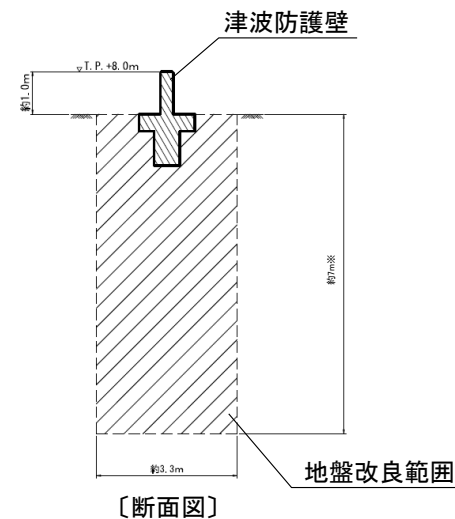
海水が流入するおそれがある施設について、海水の流入を防止する対策として、**防護壁を設置**する。(右図は防護壁イメージ)



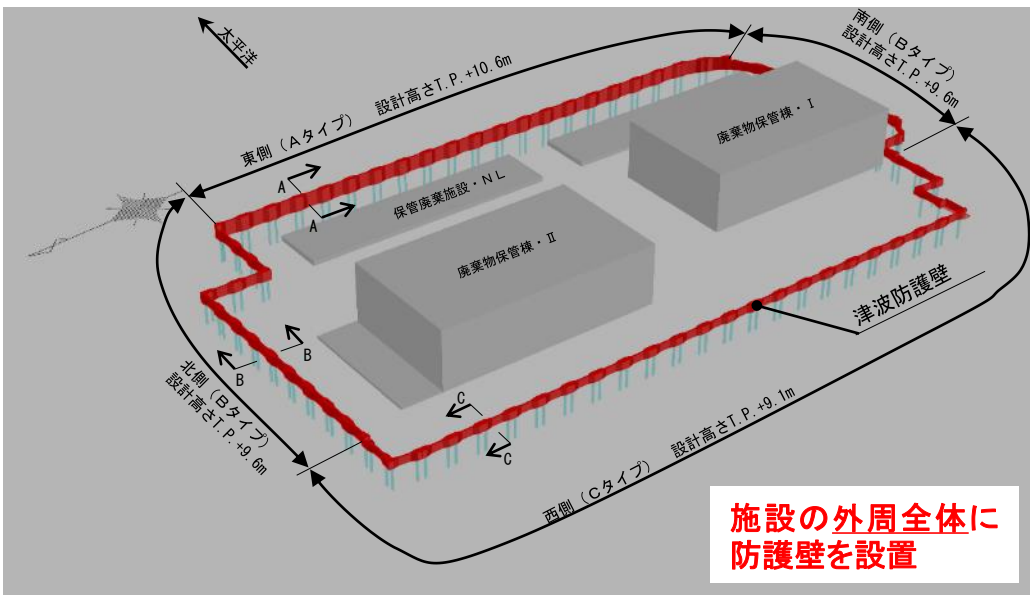
防護壁(イメージ図)



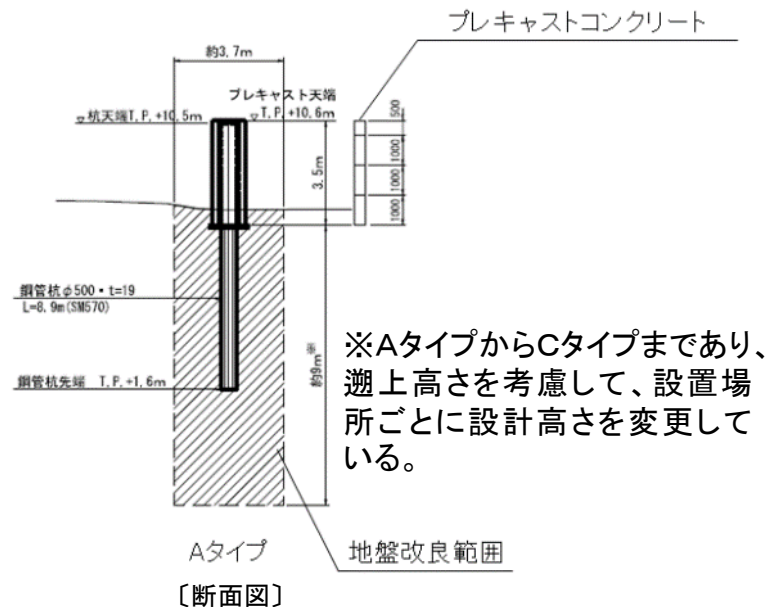
津波防護壁概要図(保管廃棄施設・Ⅱ)



〔断面図〕



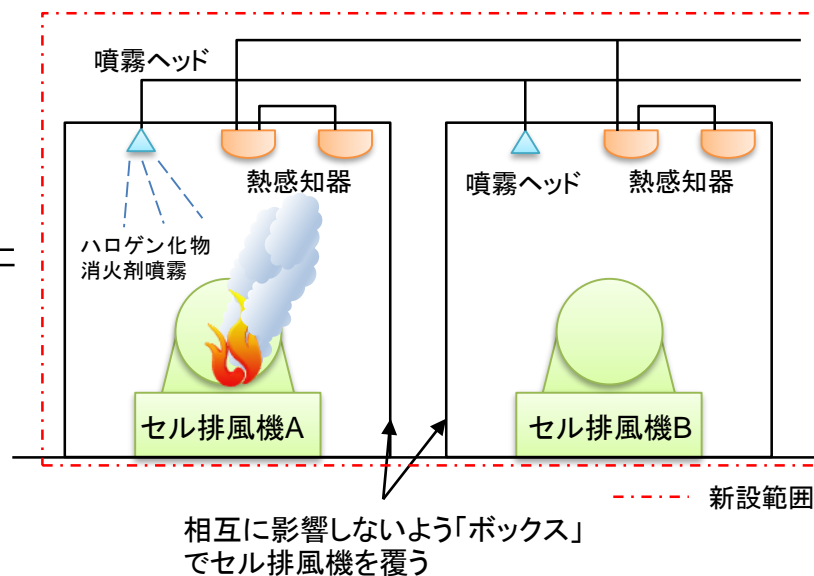
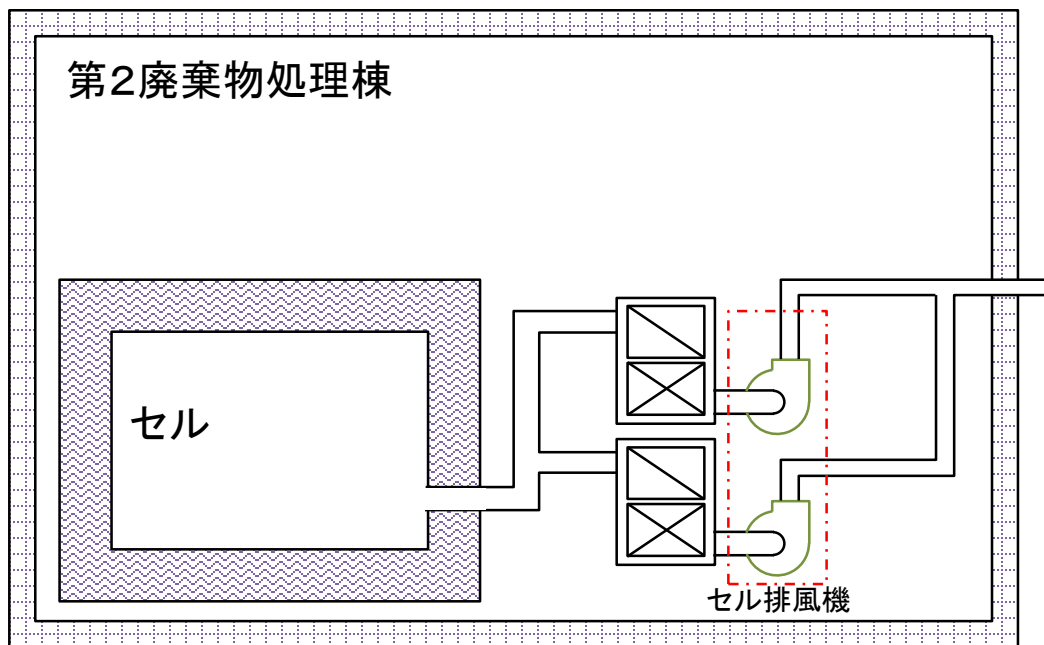
津波防護壁概要図(第2保管廃棄施設)



〔断面図〕

◆内部火災に対する安全対策

第2廃棄物処理棟のセルの内部を常時負圧に維持するための排風機は、系統ごとに隣接して2台（1台は予備機）設けているが、火災によって相互に影響しないよう、早期に自動で消火するための**自動消火設備**を設ける。



セル排風機自動消火設備イメージ図

許認可		2018				2019				2020				2021			
		H30				R01				R02				R03			
基本設計	原子炉設置 変更許可	安全審査		▼許可(10/17)													
	一部使用承認 に係る工事*									設工認		工事・使用前事業者 検査					
詳細設計・工事	火災対策工事											設工認		工事・使用前事業者 検査			
	建家耐震改修 工事					設工認				工事・使用前事業者 検査							
	津波対策工事					設工認				工事・使用前事業者 検査							

適合性確認終了▲

* : JRR-3の運転再開に伴い、原子炉施設の運転廃棄物を受け入れるために必須となる、保管廃棄施設・L(固体廃棄物の保管廃棄)及び排水貯留ポンド(液体廃棄物の希釈処理)について、令和2年4月1日に施行された「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」において定められた一部使用承認を適用する。

【一部使用承認の必要性】

放射性廃棄物処理場全体の新規制基準適合性確認終了は、令和4年3月となる見込みであり、次に示すとおりJRR-3及びSTACY運転再開時期、NSRR運転継続時期より遅れることになる。

- ・JRR-3 : 令和3年2月に運転再開予定
- ・NSRR : 原子炉施設保安規定に基づき、令和3年4月以降の運転継続にあたっては、原則として放射性廃棄物処理場全体の新規制基準適合性確認終了が必要
- ・STACY : 令和4年2月に運転再開予定

JRR-3、NSRR及びSTACYの運転にあたり、14施設から構成される放射性廃棄物処理場のうち、2施設(保管廃棄施設・L、排水貯留ポンド)について、令和2年4月1日に施行された「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」において定められた一部使用承認を適用することに関して、JRR-3の運転再開時期までに認めて頂きたいと考えている。なお、認めて頂くことにより、JRR-3、NSRR及びSTACYの運転により発生する放射性廃棄物の処理・保管廃棄を適切に行い、安全性向上に寄与できる。

【排水貯留ポンド】

● 目的

排水貯留ポンドは、各施設から発生する放射性液体廃棄物の希釈処理を行う施設である。排水貯留ポンドには、貯留槽と希釈槽があり、希釈槽には希釈のための工業用水を貯留している。放射性液体廃棄物は、タンクローリーで運搬され、予め希釈水を貯留した貯留槽に受け入れることで、排水濃度限度を超えることがないように管理している。



排水貯留ポンド

【保管廃棄施設・L】

● 目的

保管廃棄施設・Lは、各施設から発生する放射性固体廃棄物のうち、レベルの低いものを保管廃棄している。



保管廃棄施設・L