

東日本大震災における 原子力発電所の影響と現在の状況について

平成23年4月26日12時作成
東京電力株式会社

1. 概要

- 2011年3月11日（金）午後2時46分頃、地震が発生しました。

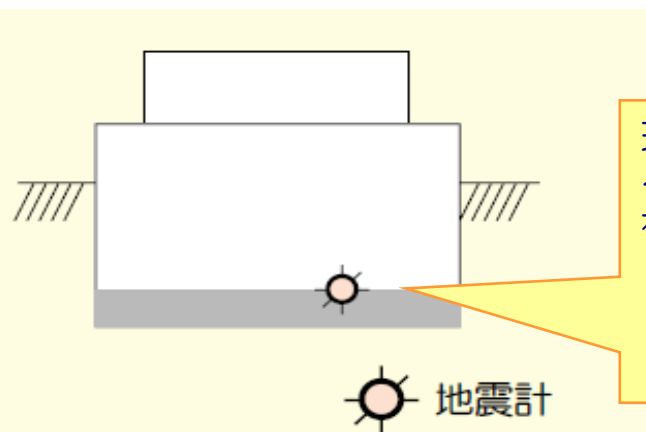
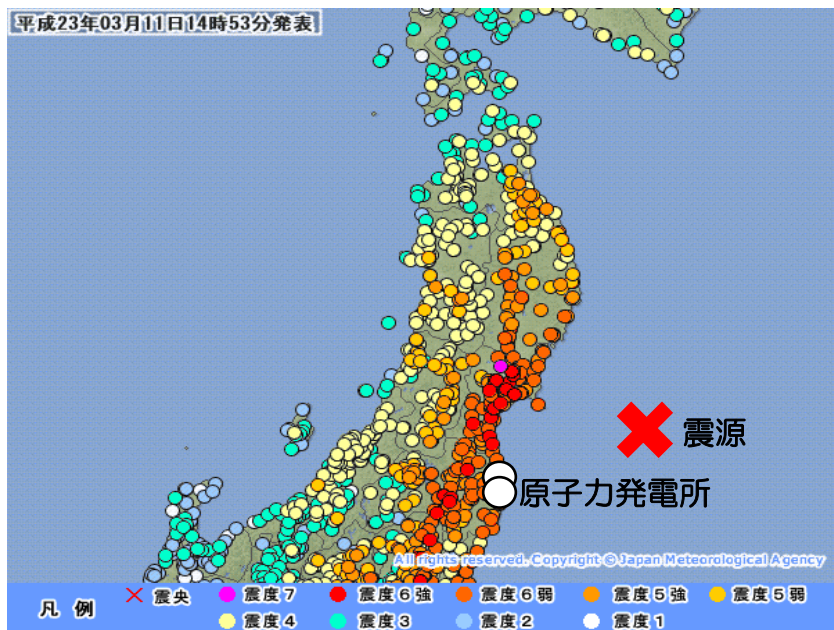
- 福島第一原子力発電所では以下のような事象が発生しました。
 - 運転中の1～3号機が自動停止（4～6号機は定期検査中のため冷温停止中）
 - 地震により外部電源が喪失し、非常用交流電源が起動するも、その後津波により喪失
→現在は外部電源復旧、中央制御室の照明が点灯（全号機）、タービン建屋の一部の照明が点灯（1～4号機）
 - 燃料を冷却する機能が不十分。当初は淡水による冷却を行い、その後、海水（一部ホウ酸入り）を注入
→現在は仮設電動ポンプ等により淡水を注水（1～3号機）
 - 1～3号機で、原子炉格納容器内の過大な圧力を防止するため、格納容器内の圧力を降下させる措置（ベント）を実施
 - 水素爆発と思われる事象が原子炉建屋で発生し、原子炉建屋に損傷を確認（1,3号機）
 - 圧力抑制室付近で異音が発生するとともに同室の圧力が低下（2号機）
 - 大きな音が発生し、原子炉建屋に損傷を確認（4号機）
 - 1～3号機のタービン建屋等で、高濃度の放射性物質を含む多量の溜まり水を確認、2号機トレンチを通じて、海洋への漏えいを発見、4月6日止水成功。溜まり水の排水作業実施中。極めて高線量の2号機の溜まり水を集中環境施設へ移送し保管するために、集中環境施設の低レベル水約1万トン海洋に放出。
 - 5,6号機、冷温停止中

- 福島第二原子力発電所では、以下のような事象が発生しました。
 - 運転中の1～4号機が自動停止
 - 冷温停止中、水位は制御範囲内で安定、外部電源は受電有（全号機）

2. 東北地方太平洋沖地震

- 発震日時 ; 2011年3月11日(金)午後2時46分頃
- 発生場所 ; 三陸沖(北緯38度、東経142.9度)、震源深さ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 福島県楢葉町、富岡町、大熊町、双葉町
 - 震度6弱 宮城県石巻市、女川町、茨城県東海村
 - 震度5弱 新潟県刈羽村
 - 震度4 青森県六ヶ所村、東通村、むつ市、大間町、新潟県柏崎市

【震源との関係】

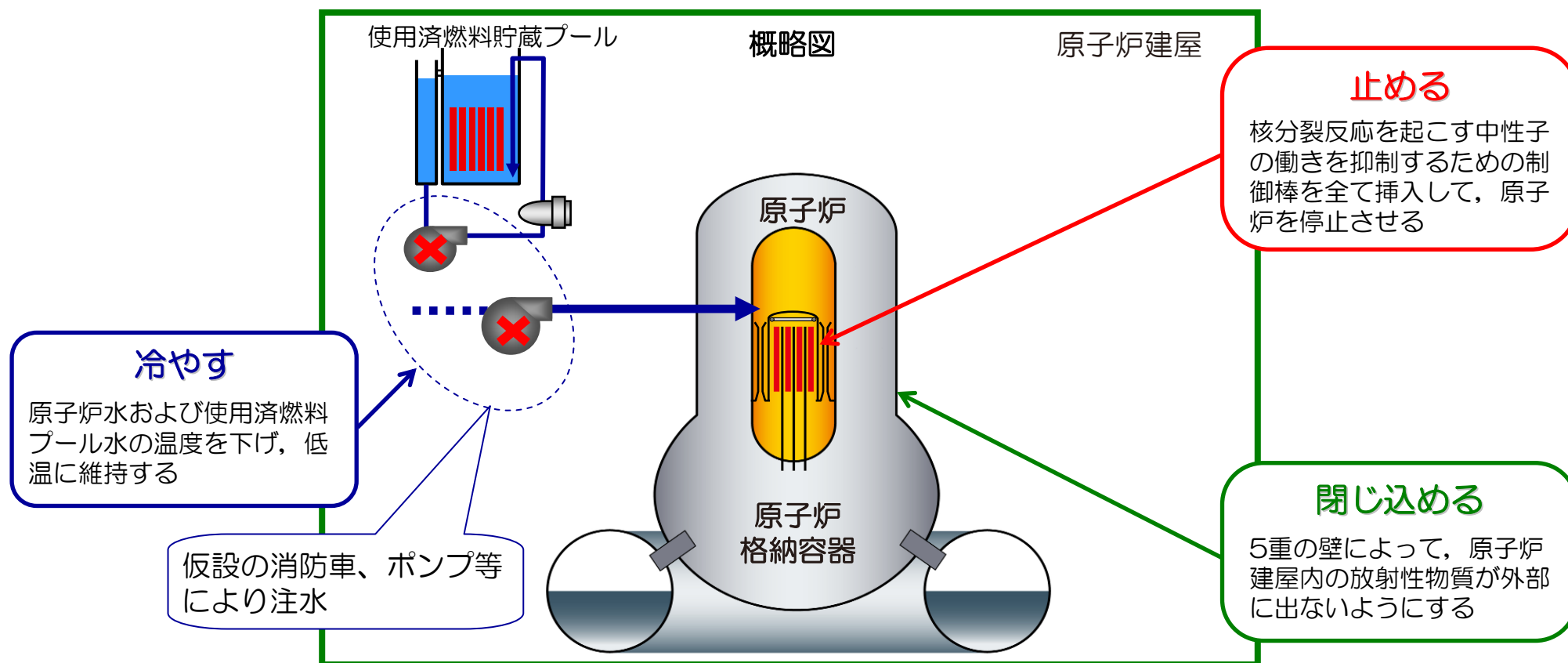


現在確認できている揺れの最大値は、福島第一2号機の水平：550ガル 上下：302ガル (暫定値)

ガル (Gal) とは、地震による地盤や建物等の揺れの大きさを表す加速度の単位 (cm/sec^2) で、建物等ほどの程度力が加わるのかを示します。(重力の加速度1Gは980Gal)

3. 安全機能への影響

- 地震発生と同時に全制御棒が自動的に挿入され、原子炉の核反応は止まりました。
- 地震により送電線が損傷、非常用発電機を起動しましたが、津波により破壊、電源を失いました。
- 津波により電源が失われ、原子炉と使用済燃料プールの「冷やす」機能の大半を失いました。
→現在は仮設電動ポンプ等により淡水を注入しています。
- タービン建屋内に高レベル汚染水を確認、「閉じ込める」機能が損なわれています。
→現在、汚染拡大防止に全力を挙げています。



4. 設備の現況（福島第一原子力発電所）

- 1～3号機では、原子炉内の燃料の冷却のため、仮設電動ポンプにより淡水を注入しています。
- 1～4号機の使用済燃料プール内の使用済燃料の冷却のため、淡水による上部からの放水または燃料プール冷却材浄化系ラインからの注入を実施中です。
- 1～3号機のタービン建屋内に高濃度汚染水を確認。復水器等への排水作業中です。
- 1号機、格納容器内に窒素注入中。万一の水素爆発の防止のため。今後2，3号機にも注入します。
- 5，6号機は冷温停止中です。

		1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	
生 地 時 震 発	運転状況	運転中	運転中	運転中	定期 検査中	定期 検査中	定期 検査中	
	「止める」	○	○	○	—	—	—	
現 況	「冷やす」	原子炉	△ 淡水注水	△ 淡水注水	△ 淡水注水	— 燃料なし	○ 冷温停止中	○ 冷温停止中
		プール	△	△	△	△	○	○
	「閉じ込める」※	× 高濃度汚染水 確認	× 高濃度汚染水 確認	× 高濃度汚染水 確認	△	○	○	

※1,3,4号機は原子炉建屋上部に損傷あり。2号機は圧力抑制室の閉じ込める機能に異常がある可能性あり。5,6号機は水素ガス滞留防止のため、原子炉建屋屋根部に穴あけを実施。

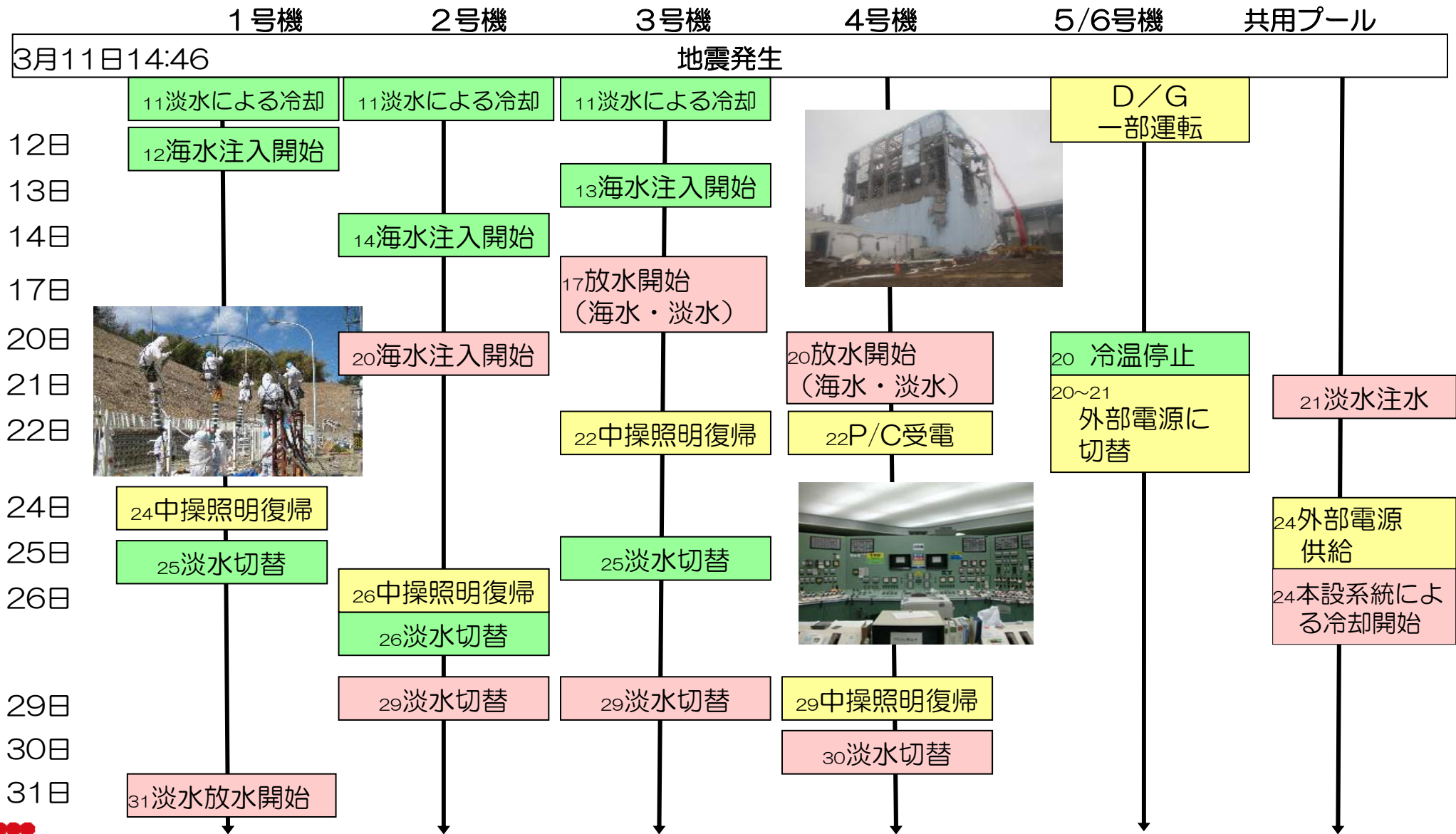
4. 設備の現況（福島第二原子力発電所）

- 1～4号機は、地震発生時に運転中でしたが、全て自動停止しました。
- 3号機は地震後順調に冷却が進み、地震発生後約22時間で冷温停止しました。
- 1,2,4号機では、外部電源は確保されていましたが、津波で原子炉除熱設備が水没するなどしましたが、その後の復旧作業で、除熱機能は回復しました。

		福島第二原子力発電所			
		1号機	2号機	3号機	4号機
地震発生時	運転状況	運転中	運転中	運転中	運転中
	「止める」	○	○	○	○
現況	「冷やす」	○ 冷温停止中	○ 冷温停止中	○ 冷温停止中	○ 冷温停止中
	「閉じ込める」	○	○	○	○

6. 福島第一：燃料冷却の取り組み

凡例：
原子炉関係
 プール関係
 電源関係



参考：復旧状況（中央制御室照明点灯）

- 復旧の第一歩となる中央制御室の照明が順次回復しました。
- 3月22日22:45 3号機中央制御室照明点灯
- 3月24日11:30 1号機中央制御室照明点灯
- 3月26日16:46 2号機中央制御室照明点灯
- 3月29日11:50 4号機中央制御室照明点灯



点灯した1号機中央制御室照明
(照明カバーが地震の影響で外れている)



点灯した4号機中央制御室照明

7. 福島第一原子力発電所のプラントパラメータ（4月25日12時）

原子炉圧力[MPag]

1号機	2号機	3号機
1.168	-0.020	-0.055

原子炉圧力容器温度[°C]

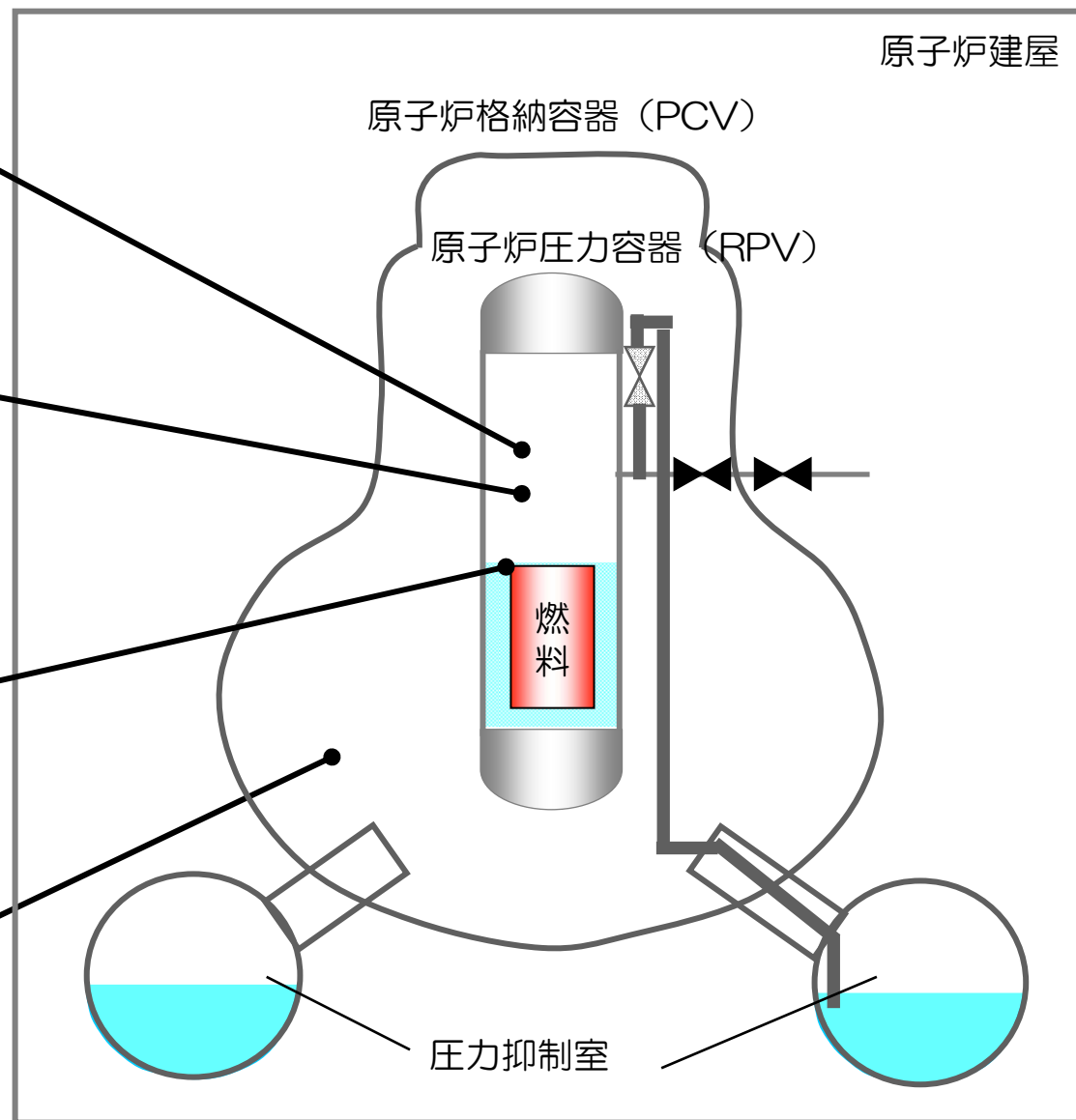
1号機	2号機	3号機
137.8 (給水ノズル)	122.3 (給水ノズル)	110.0 (圧力容器下部)

原子炉水位[mm]

1号機	2号機	3号機
-1,700	-2,100	-2,250

D/W圧力[MPaabs]

1号機	2号機	3号機
0.155	0.080	0.1029



圧力換算：ゲージ圧 (MPag) = 絶対圧 (MPa abs) - 大気圧 (標準大気圧0.1013MPa)

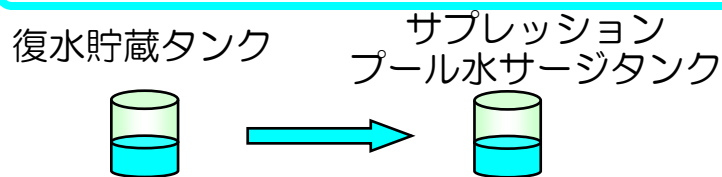
※片系の値のみ記載

8. 福島第一原子力発電所の溜まり水の対応

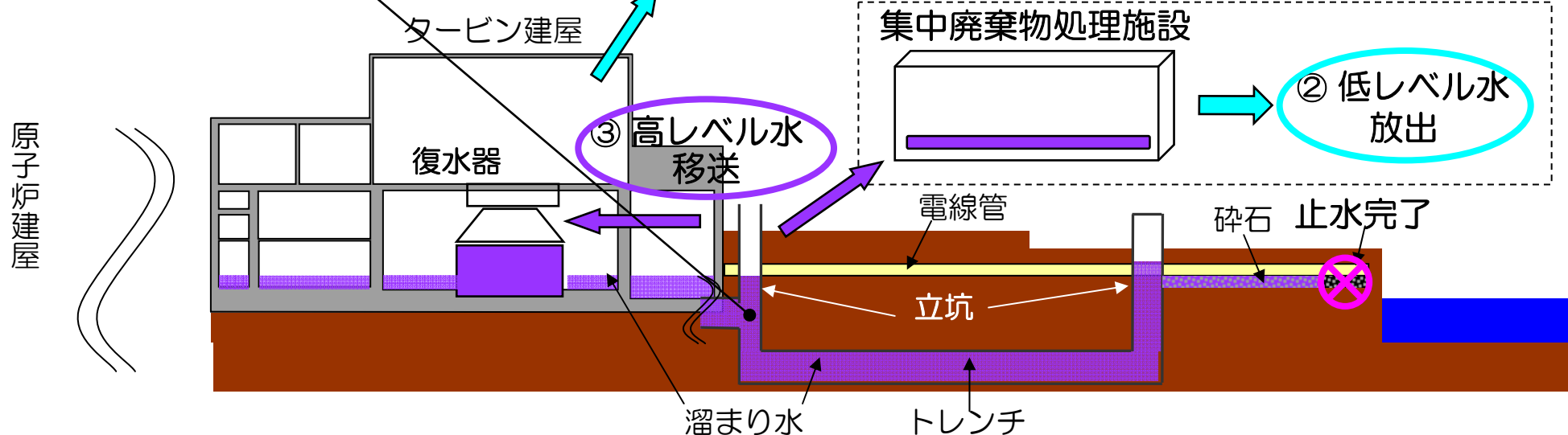
- 1～3号機のタービン建屋等で、高濃度の放射性物質を含む多量の溜まり水を確認。安定した状態で保管するために、下記対策を実施します。
- 敷地外へ流出させないよう、復水器や集中廃棄物処理施設に移送し、安定した状態で保管します。
 - ✓ それに先立ち、復水器内にある低レベル水を外部タンクへ移送 (①)
 - ✓ 集中廃棄物処理施設にある雨水や津波水などの低レベル水1万トンを海洋放出 (②)
 - (低レベル水1万トンの放射能は、海中への漏洩があった2号機の高レベル水10リットルと同程度)
 - ✓ 高レベル水の復水器への移送を実施。2号機はトレンチから集中環境施設へ移送開始 (③)

＜2号機溜まり水の状況＞

① 復水器内の低レベル水をタンクへ移送



- ・場所: 2号機トレンチ内
- ・ヨウ素131: 6.9×10^6 Bq/cm³
- ・セシウム137: 2.0×10^6 Bq/cm³
(3/30 8:50測定)



9. 放射性物質の拡散防止対策

- 地面の放射性物質の飛散を防ぐため、飛散防止剤を散布しています。
(4月1日以降、断続的に実施)
- 放射性物質を含む液体の海への流出を防ぐため、下記対策を実施しています。
 - ✓ 立坑周辺の穴から凝固剤を注入。ピット側面コンクリート部分から海への流出が止まったことを確認
(4月6日 5:38頃)
 - ✓ 止水状況をさらに完全なものとするため、流出箇所に対して、ゴム板と治具による止水対策を実施。
 - ✓ 引き続き漏えいの有無を監視中。
- 発電所専用港内からの放射性物質を含む水の流出を防ぐため、下記対策を実施しています。
 - ✓ 発電所南側の防波堤周辺で大型土のうの積み込みによる止水工事を開始。
 - ✓ 発電所南側の防波堤付近やスクリーン前面にシルトフェンス等を設置。



飛散防止剤散布

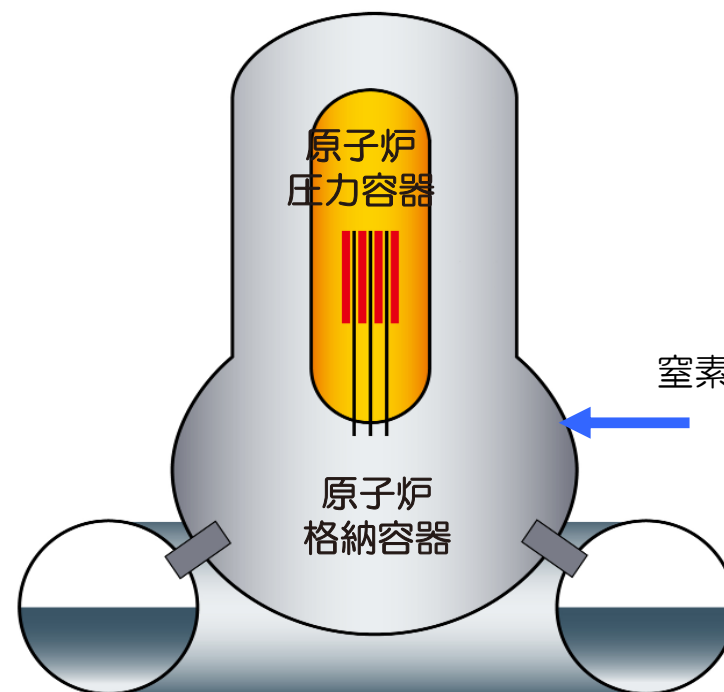
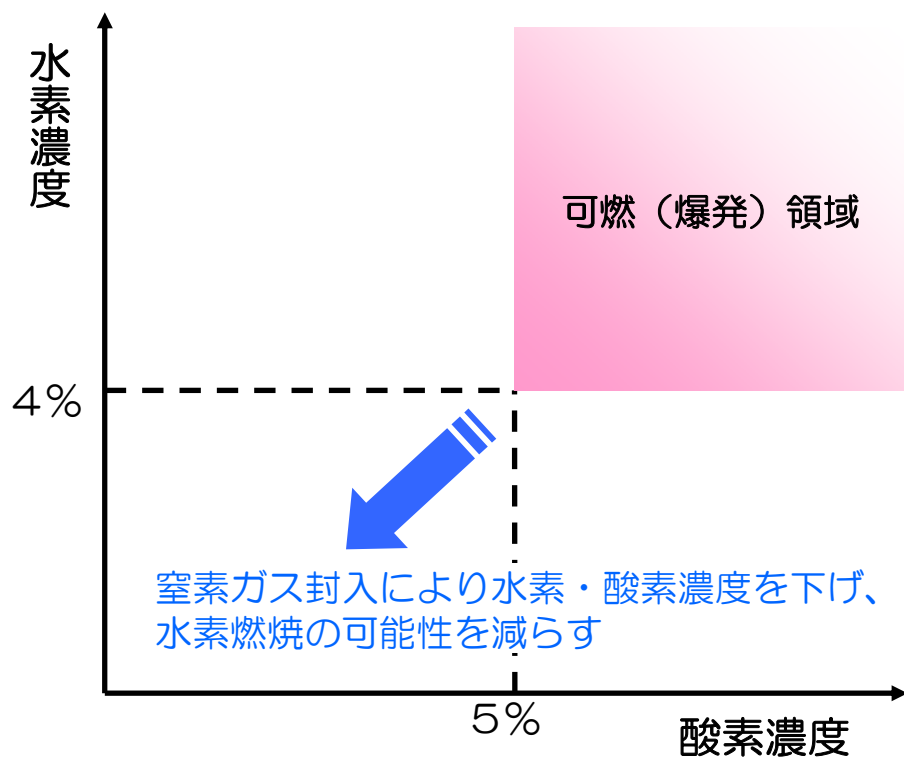


凝固剤注入による止水対策

10. 原子炉格納容器への窒素封入

- 原子炉格納容器内に水素ガスが蓄積している可能性があることから、4月6日より窒素ガスの封入を実施しています。（1号機）
- 今後、2，3号機の封入も実施予定です。

水素ガスの可燃限界



11. 周辺住民の避難

福島第一、第二から国への報告に基づき、国は以下の通り屋内退避・避難などの措置をとりました。

3月11日（金）

- 14:46 地震発生
- 19:03 緊急事態宣言（福島第一）
- 21:23 半径3km圏内の避難指示（福島第一）
半径10km圏内の屋内退避指示（福島第一）

3月12日（土）

- 5:44 半径10km圏内の避難指示（福島第一）
- 7:45 半径3km圏内の避難指示（福島第二）
半径10km圏内の屋内退避指示（福島第二）
- 17:39 半径10km圏内の避難指示（福島第二）
- 18:25 半径20km圏内の避難指示（福島第一）

3月15日（火）

- 11:00 半径20km～30km圏内の屋内退避指示（福島第一）

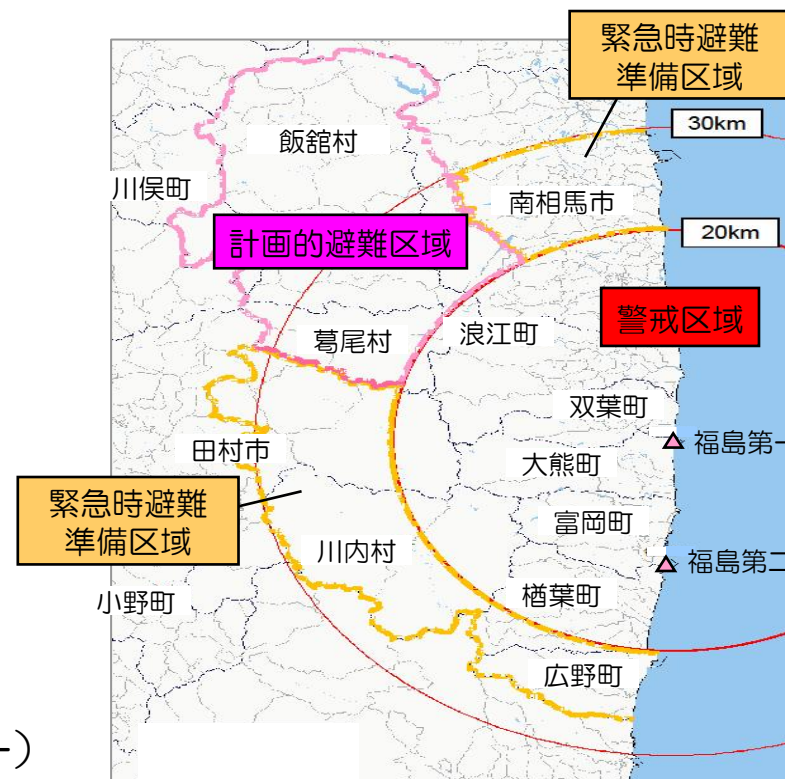
4月21日（木）

- 11:00 半径20km圏内を警戒区域に設定（福島第一）

4月22日（金）

- 9:44 半径20km～30km圏内の屋内退避解除（福島第一）

計画的避難区域及び緊急時避難準備区域の設定



12. モニタリングデータ（福島第一原子力発電所敷地周辺）

- 福島第一原子力発電所敷地周辺の線量計測結果は以下の通りです。
- 引き続き周辺環境のモニタリングを継続監視いたします。

モニタリングポスト空間線量率

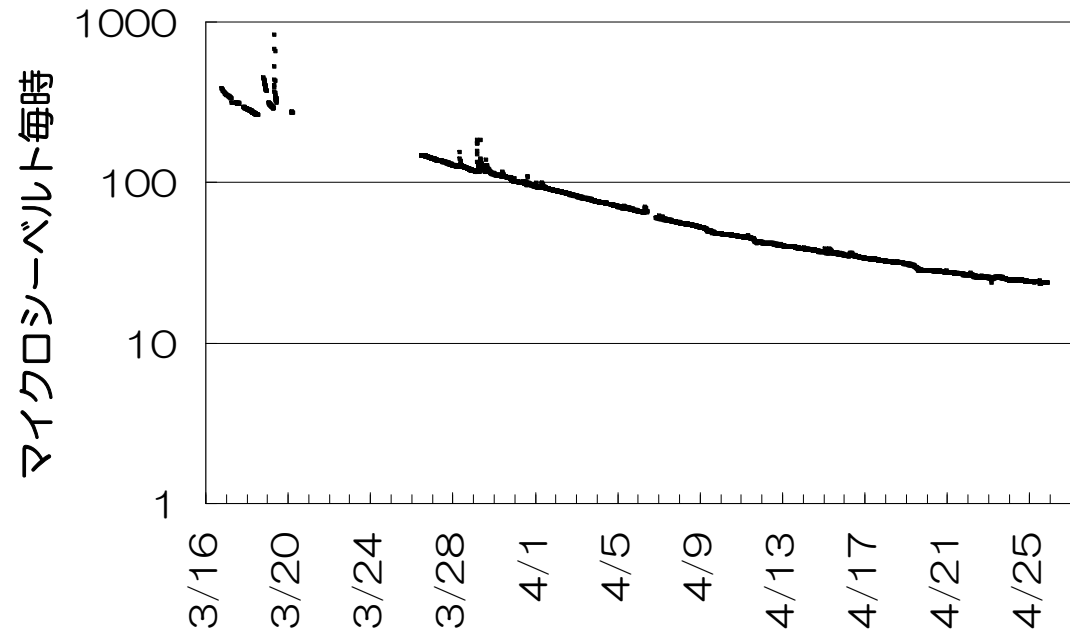
平成23年4月25日21:00
単位：マイクロシーベルト毎時



発電所周辺地域の線量

福島第一（最大値）
3号機周辺：約400ミリシーベルト毎時(3/15 10時頃)
敷地境界：約12ミリシーベルト毎時(3/15 9時頃)
福島第二：0.03～183マイクロシーベルト毎時

福島第一発電所敷地境界での線量率推移 西門付近

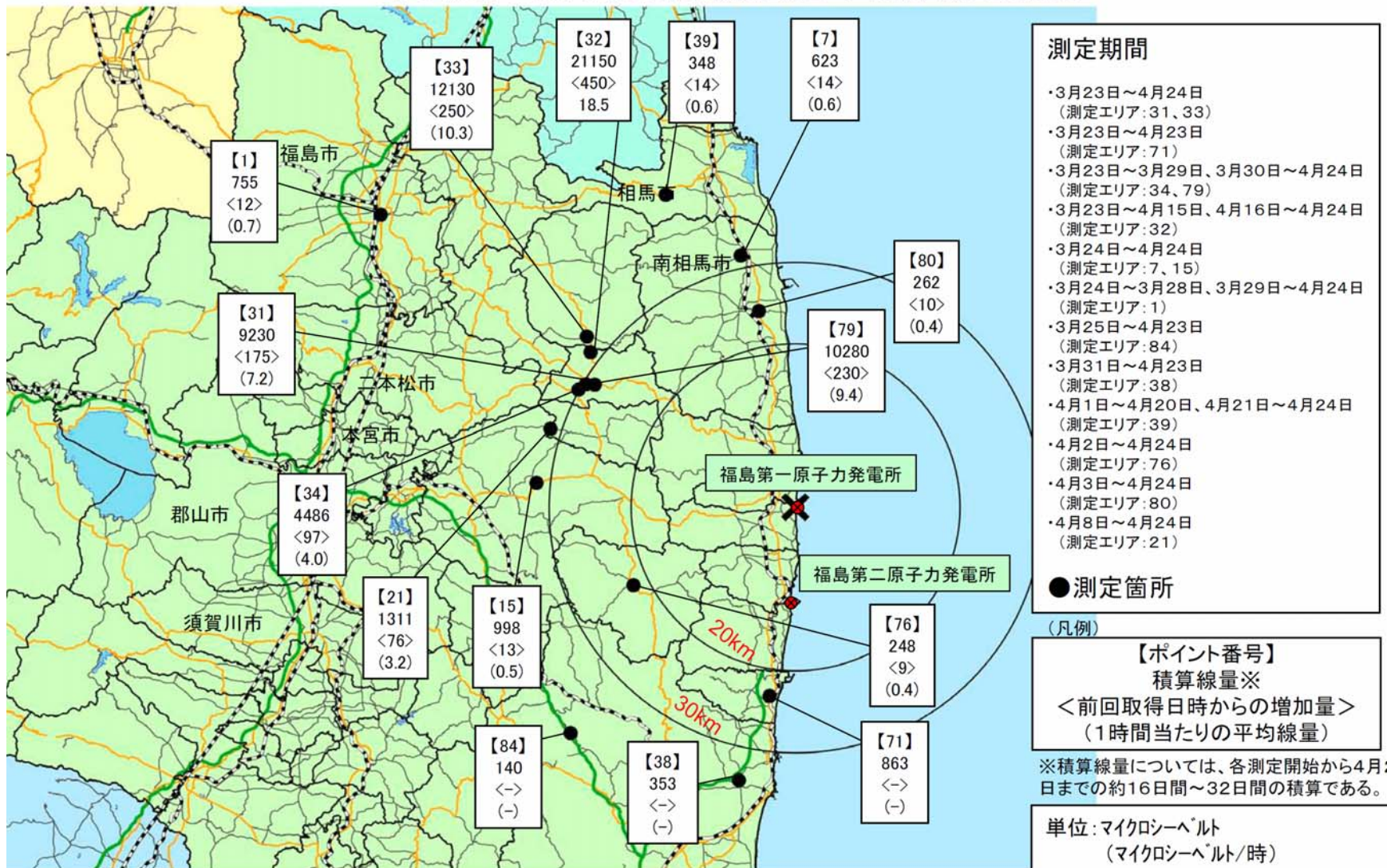


12. モニタリングデータ（福島第一原子力発電所周辺）

➤ 福島第一原子力発電所周辺地域の積算線量結果（～4月24日）

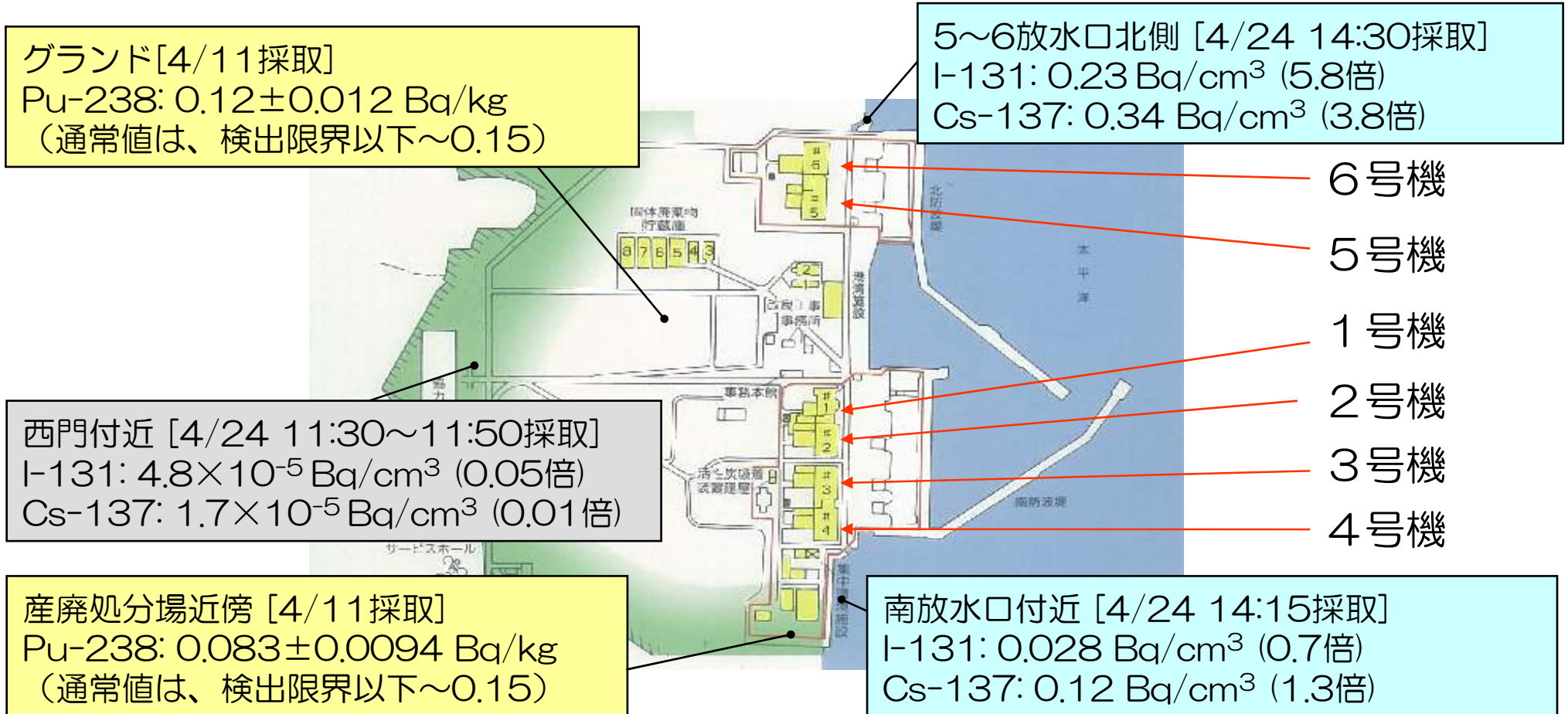
出所：文部科学省Webサイトより

福島第一原子力発電所周辺の積算線量結果



12. 敷地内・敷地付近の核種分析データ

- 3月21日以降に採取した発電所敷地内の土壌からプルトニウムが検出されました。
- 今回検出されたプルトニウムは、通常的环境土壌中の濃度レベルであり、人体に問題となるものではありません。その後、発電所構内およびその周辺的环境モニタリングを強化しています。



※検出核種のうち、代表的な核種の濃度を記載
(括弧内の倍率は法令の濃度限度との比)

(□: 海水、 □: 空気、 □: 土壌
I: ヨウ素、 Cs: セシウム、 Pu: プルトニウム)

参考：食品，水道への影響

- 3月21日以降、野菜や原乳、水道から厚生労働省の暫定指標値を超える放射性物質が検出されたため、出荷制限等が行われています。 出所：厚生労働省Webサイト等

		福島県		茨城県	栃木県		群馬県	千葉県
		全域	地域別	北茨城市、高萩市	全域	地域別		
非結球性 葉菜類	ハウレンソウ	出荷制限 摂取制限	—	出荷制限	出荷制限	解除※4	—	—
	カキナ シュンギク チンゲンサイ サンチュ	出荷制限 摂取制限	—	—	—	—	—	—
	その他の非結球 性葉菜類全て	出荷制限 摂取制限	—	—	—	—	—	—
結球性葉菜類 アブラナ科の花蕾類 カブ		出荷制限 摂取制限	—	—	—	—	—	—
パセリ セルリー		—	—	—	—	—	—	—
原木しいたけ（露地）		—	出荷制限※1 摂取制限※2	—	—	—	—	—
イカナゴの稚魚		出荷制限 摂取制限	—	—	—	—	—	—
原乳		出荷制限	解除※3	—	—	—	—	—
水道水		—	乳児に対する 摂取制限※2					

（平成23年4月25日現在で規制されているもの）

※1 福島市、伊達市、相馬市、南相馬市、田村市、新地町、川俣町、浪江町、双葉町、大熊町、富岡町、楡葉町、広野町、葛尾村、川内村、飯館村、本宮市で規制

※2 飯館村で規制

※3 喜多方市、磐梯町、猪苗代町、三島町、会津美里町、下郷町、南会津町、福島市、二本松市、伊達市、本宮市、国見町、大玉村、郡山市、須賀川市、田村市（旧都路村の区域を除く）、三春町、小野町、鏡石町、石川町、浅川町、平田村、古殿町、白河市、矢吹町、泉崎村、中島村、西郷村、鮫川村、塙町、矢祭町、いわき市、相馬市、新地町で解除

※4 那須塩原市、塩谷町で解除

参考：避難による損害への「仮払補償金」のお支払い

- 国の「原子力発電所事故による経済被害対応本部」において、この度の事故に伴い避難を余儀なくされておられる方々に対して、当社から当面の必要な資金を仮払補償金（1世帯あたり100万円、単身世帯の場合には75万円）としてお支払いするよう決定がなされました。（4月15日プレスリリース）
- 避難費用、漁業、農業などの営業損害を含めた原子力損害への補償については、4月11日に文部科学省に設置された原子力損害賠償紛争審査会が指針として定めることとなります。

＜仮払補償金のお支払いの対象となる区域＞

■ 避難区域

福島第一から半径20km圏内

福島第二から半径10km圏内

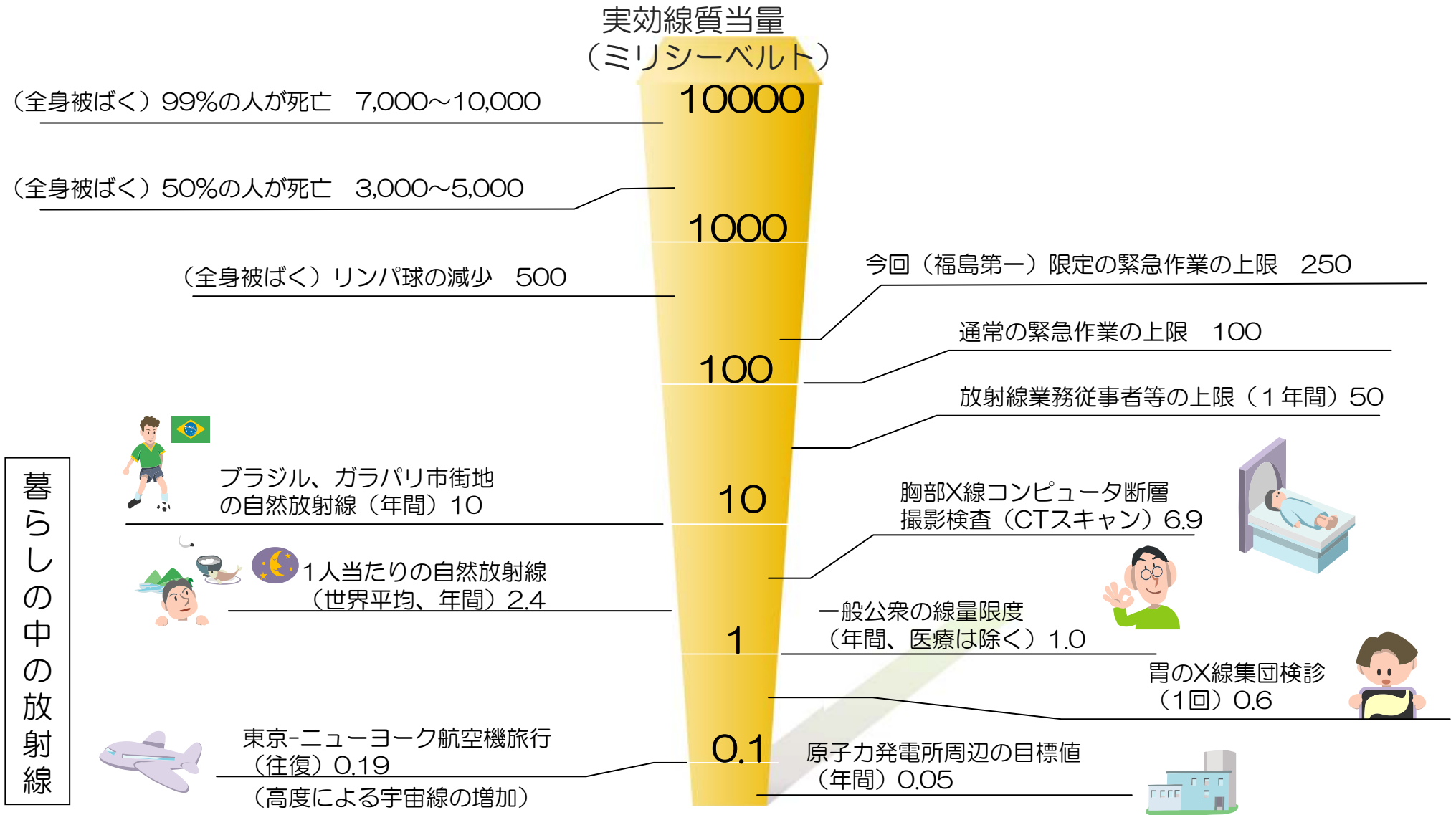
■ 屋内退避区域

福島第一から半径20km～30km圏内

※仮払補償金のお支払い対象となる具体的な範囲は、避難・屋内退避区域の市町村との調整を踏まえて決定する

※今後、原子力災害対策特別措置法に基づき「計画的避難区域」が設定された場合には、当該地域も対象となる

参考：放射線量と健康被害の関係



暮らしの中の放射線

注) 自然放射線の量については、呼吸によるラドンの効果を含めた場合の値。
【出典】 UNSCEAR 2000 Report, "Sources and Effects of Ionizing Radiation" ほか

13. I N E S（国際原子力・放射線事象評価尺度）評価

- 4月12日、原子力安全・保安院が、福島第一の事故について、以下の通り発表しました。
 - 福島第一原子力発電所の事故・トラブルに対する I N E S 評価について、暫定評価レベル7
 - 放射性物質の放出量は、チェルノブイリ事故の1割程度
- 当社としては、一日でも早く事態を収束させたいと考えており、原子炉の冷却、放射性物質の飛散防止等を鋭意進めています。今後も、政府・関係各省庁、自治体のご支援とご協力を仰ぎながら、緊密に連携をはかりつつ、事態の収束に向けて全力を挙げて取り組んでいきます。

	福島第一での想定放出量		(参考)
	保安院概算	安全委員会発表値	チェルノブイリでの放出量
ヨウ素 131 …(a)	13 万テラベクレル (1.3×10^{17} Bq)	15 万テラベクレル (1.5×10^{17} Bq)	180 万テラベクレル (1.8×10^{18} Bq)
セシウム 137	6 千テラベクレル (6.1×10^{15} Bq)	1 万 2 千テラベクレル (1.2×10^{16} Bq)	8 万 5 千テラベクレル (8.5×10^{16} Bq)
(ヨウ素換算値) …(b)	24 万テラベクレル (2.4×10^{17} Bq)	48 万テラベクレル (4.8×10^{17} Bq)	340 万テラベクレル (3.4×10^{18} Bq)
(a) + (b)	37 万テラベクレル (3.7×10^{17} Bq)	63 万テラベクレル (6.3×10^{17} Bq)	520 万テラベクレル (5.2×10^{18} Bq)

INESレベル7相当量
 数万テラベクレル超
 (10^{16} Bq超のオーダー)

出所：原子力安全・保安院

14. 事故の収束に向けたロードマップ

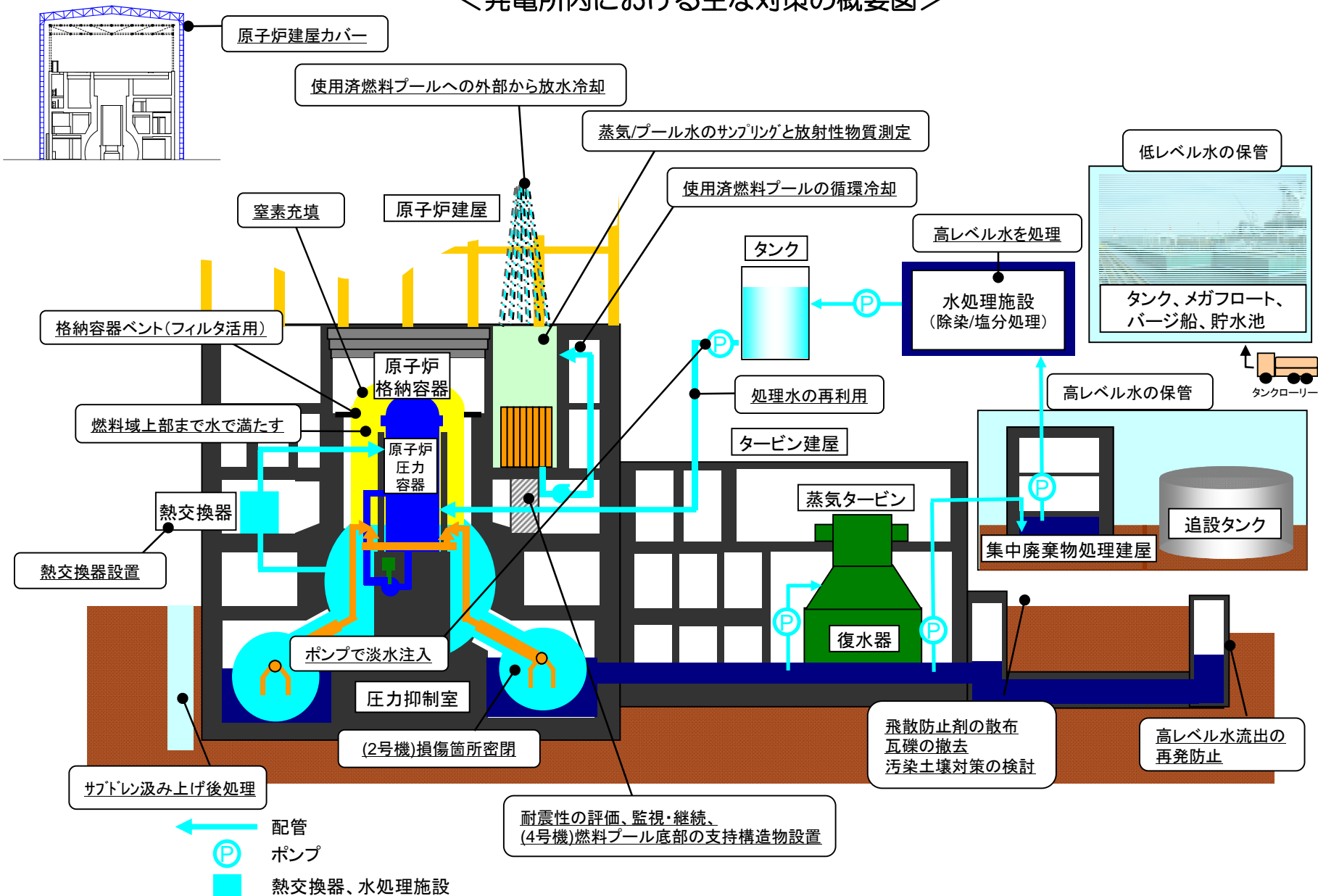
➤ 原子炉および使用済燃料プールの安定的冷却状態の確立、放射性物質放出の抑制を最優先に、避難されている方々のご帰宅の実現および国民の皆さまの安心のため全力で取り組んでまいります。

＜当面の取組み（課題／目標／主な対策）のロードマップ＞

課題	現状	ステップ1(3ヶ月程度) 「放射線量が着実に減少傾向となっている」	ステップ2 (ステップ1終了後3～6ヶ月程度) 「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」	中期的課題
I. 冷却	(1) 原子炉 淡水注入	窒素充填 (1・3号機)燃料域上部まで水で満たす 熱交換機能の検討・実施 (2号機)格納容器損傷部分の密閉	燃料域上部まで水で満たす	構造材の腐食破損防止
	(2) 燃料プール 淡水注入	注入操作の信頼性向上 循環冷却システムの復旧 (4号機)支持構造物の設置	注入操作の遠隔操作 熱交換機能の検討・実施	燃料の取り出し
II. 抑制	(3) 滞留水 放射性レベルの高い水の移動 放射性レベルの低い水の保管	保管／処理施設の設置 保管施設の設置／除染処理	保管／処理施設拡充 除染／塩分処理(再利用)等	本格的な水処理施設の設置
	(4) 大気・土壌	飛散防止材の散布 瓦礫の撤去	原子炉建屋カバーの設置	原子炉建屋コンテナ設置 汚染土壌の固化等
III. 除染・モニタリング	(5) 測定・低減 発電所内外の放射線量のモニタリング	モニタリングの拡大・充実 はやく正しくお知らせ	避難指示/計画的避難/緊急時避難準備区域の放射線量を十分に低減	環境の安全性を継続確認・お知らせ

14. 事故の収束に向けたロードマップ

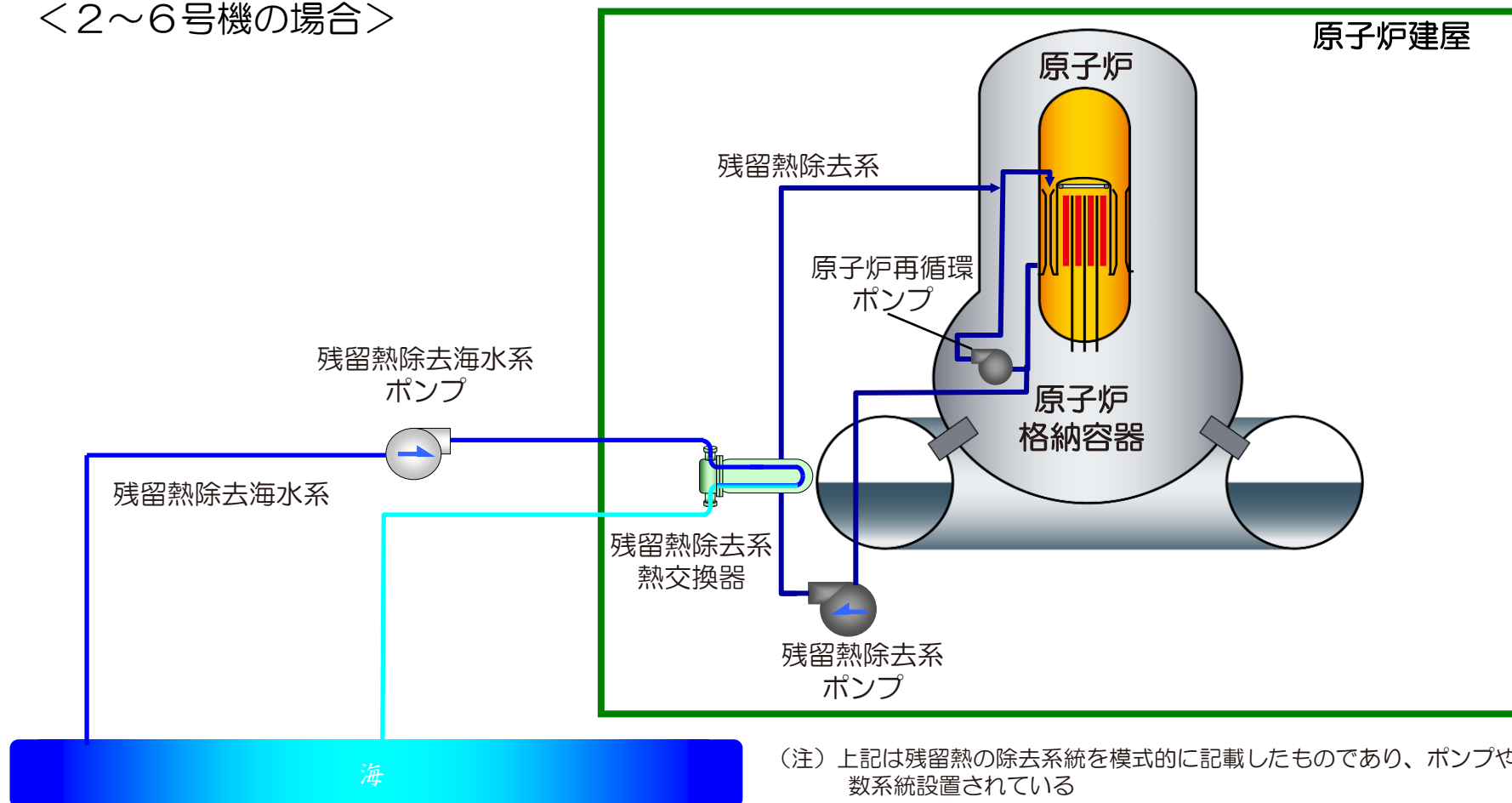
＜発電所内における主な対策の概要図＞



参考：通常の原子炉停止時の炉心冷却系統

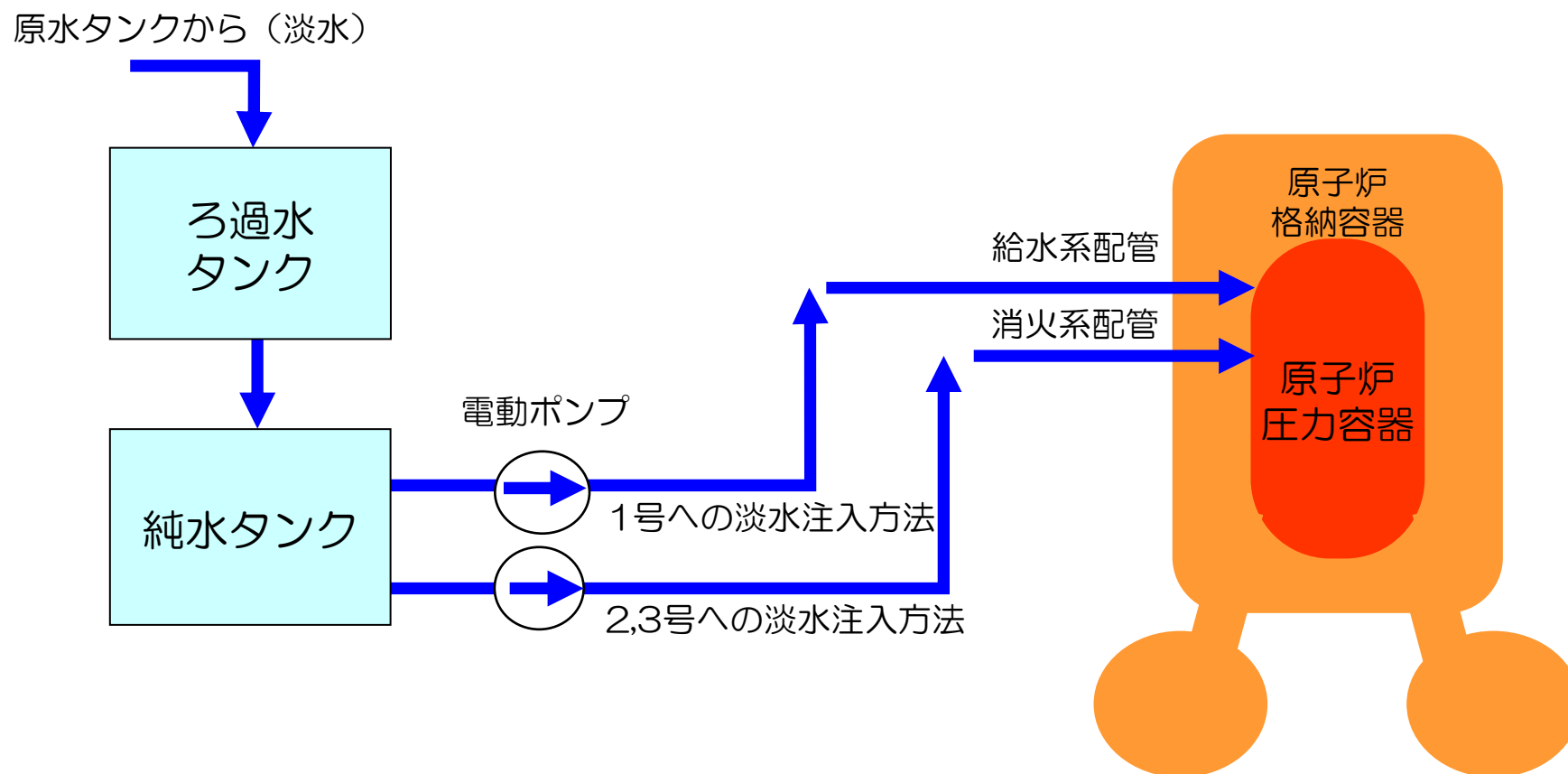
- 核燃料は、制御棒を炉心に挿入し核分裂を停止した後も、燃料からの崩壊熱が発生しつづけます。
- この崩壊熱を除去するために「残留熱除去系」が設置されており、炉心の水を残留熱除去系ポンプで循環させ、「残留熱除去海水系」熱交換器を介して海水による除熱を行います。
- これにより、安定した冷温状態(65℃以下)が維持されます。

< 2～6号機の場合 >



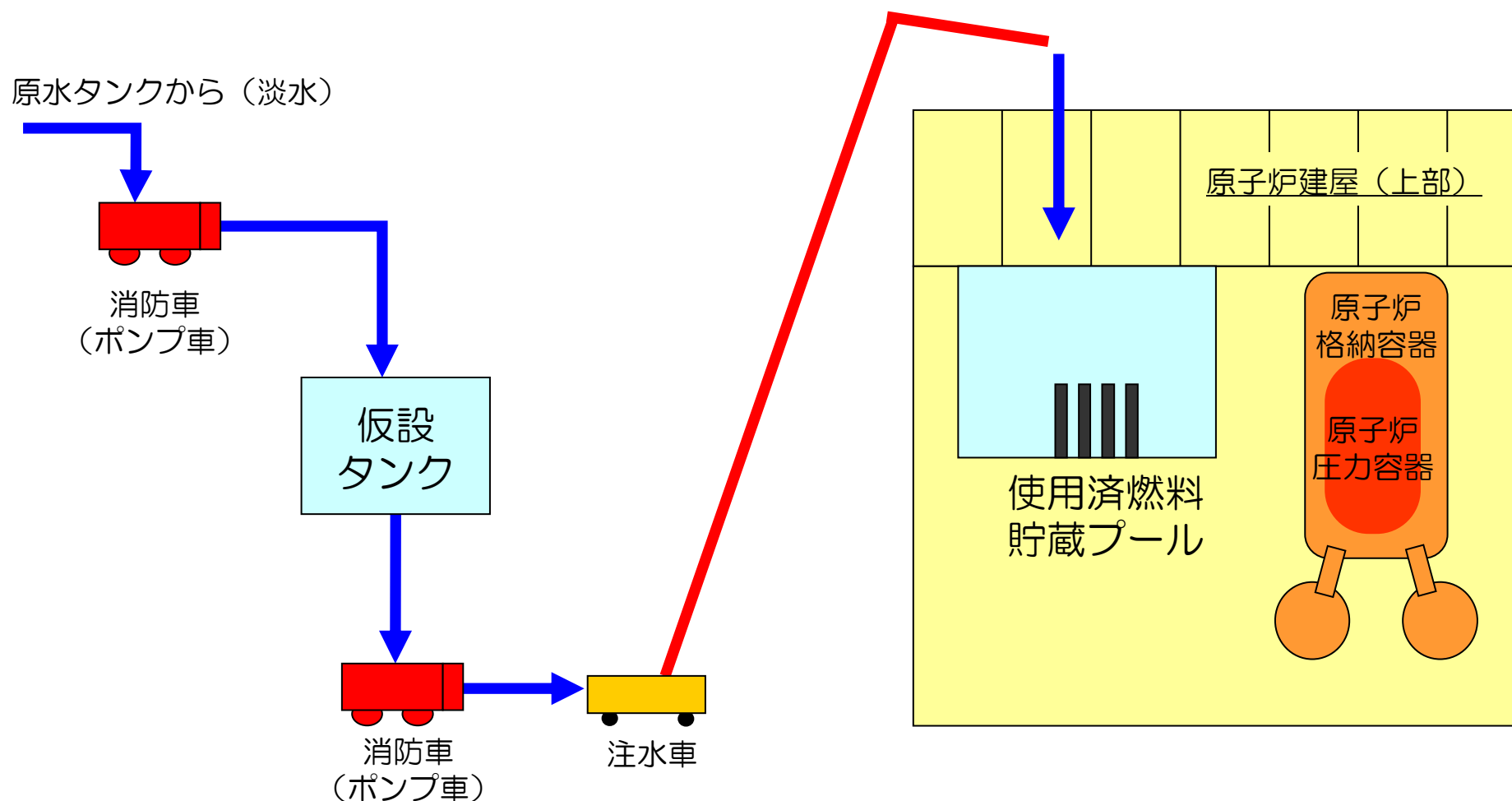
参考：原子炉への注水イメージ図

- ▶地震発生後、淡水による冷却を行い、その後、海水（ホウ酸入り）による冷却を行っていましたが、現在は、淡水による冷却を再開しています。



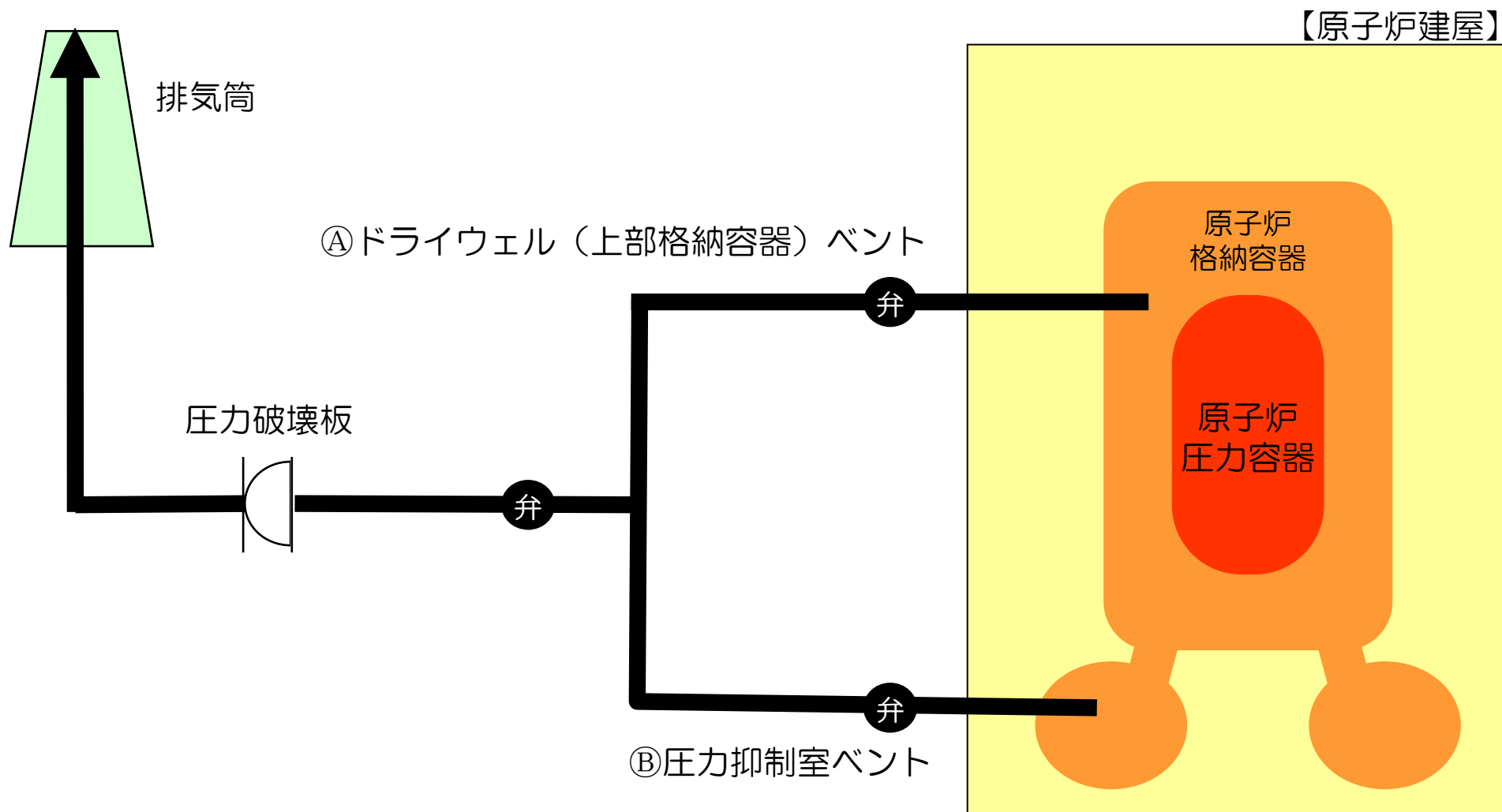
参考：使用済燃料プールへの注水イメージ図

- 地震発生後、一時海水による冷却を行っていましたが、淡水による冷却を再開しました。
- 今後も使用済燃料プールの状況を確認し、必要に応じて放水・注水を実施していきます。



参考：原子炉格納容器圧力降下操作（ベント）イメージ図

- 1～3号機で、原子炉格納容器内の過大な圧力を防止するため、格納容器内の圧力を降下させる措置（ベント）を実施しました。



参考：ロボットによる原子炉建屋内調査

- これまで放射線量が高いと想定されたため立ち入ることが出来なかった1～3号機原子炉建屋の『二重扉の内扉から先』について、ロボットにより放射線量等のデータ測定を実施しました。
- 屋内外の線量測定等の現場調査に活用することを検討中です。







二重扉を開ける様子
(4月18日)

<測定結果>

	1号機	2号機	3号機
測定日時	4/17 16:00~17:00	4/18 13:42~14:33	4/17 11:30~14:00
計測 エリア	原子炉建屋1階 北側2重扉からエレベータまで	原子炉建屋1階 南側2重扉近傍	原子炉建屋1階 南側2重扉周辺
線量	49mSv/h(最大) 10mSv/h(最小)	4.1mSv/h (2重扉内側開放時)	57mSv/h(最大) 28mSv/h(最小)
温度	約28~29℃	約34~41℃	約19~22℃
湿度	約49~56%	約94~99%	約32~35%
酸素濃度	約21%	約19~20%	約21%

(値は暫定値)

<提供を頂いているロボット一覧>

メーカー	iRobot社ロボット		QinetiQ社ロボット	
				
名称	Packbot	Warrior	Talon	Dragon Runner
モニタリング機能	画像 放射線 等	画像のみ —	画像 放射線 等	画像のみ —
アーム保持能力	○	◎	○	○

参考：地震観測記録

地震観測記録と基準地震動S_sに対する応答値との比較

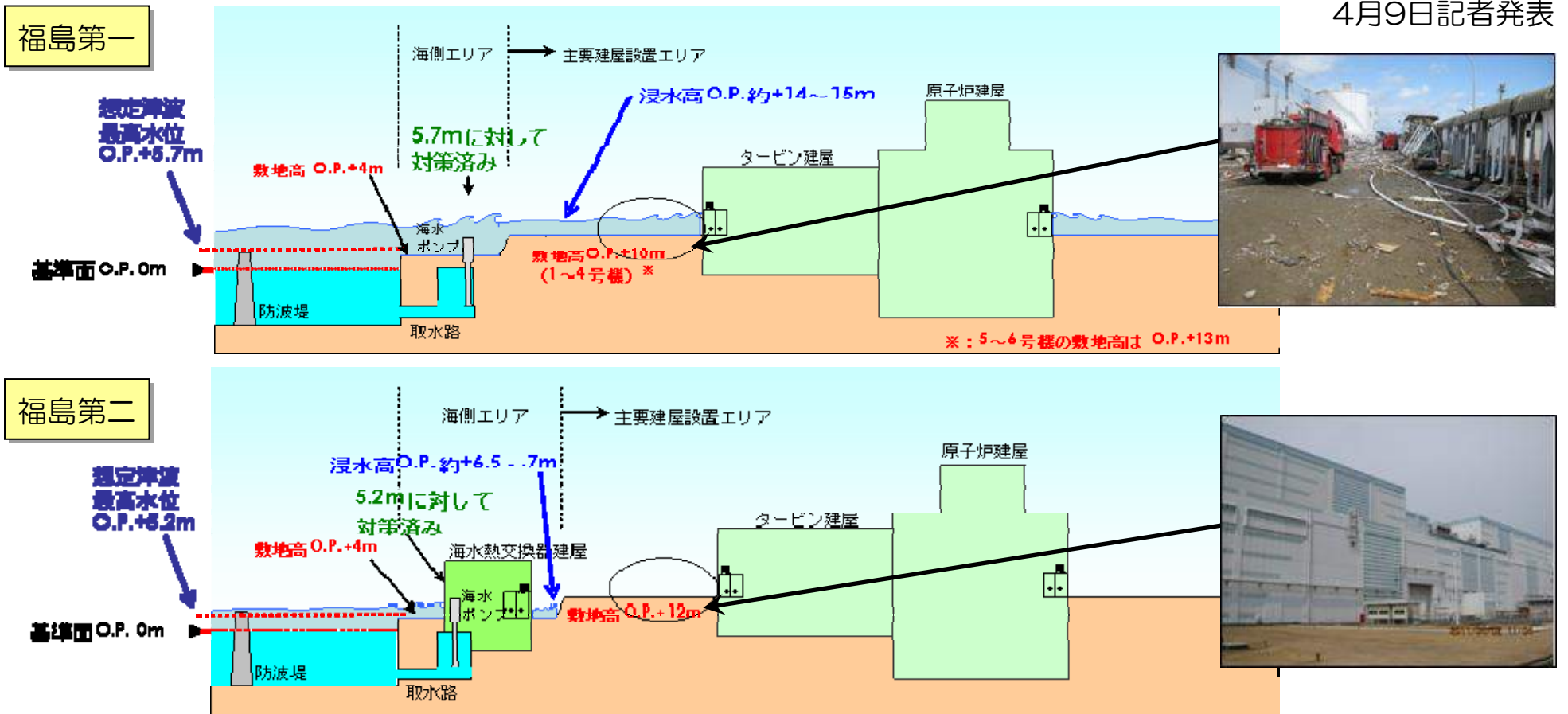
観測点 (原子炉建屋最地下階)		観測記録（暫定値※1）			基準地震動S _s に対する 最大応答加速度値（ガル）		
		最大加速度値（ガル）			南北方向	東西方向	上下方向
		南北方向	東西方向	上下方向			
福島第一	1号機	460※2	447※2	258※2	487	489	412
	2号機	348※2	550※2	302※2	441	438	420
	3号機	322※2	507※2	231※2	449	441	429
	4号機	281※2	319※2	200※2	447	445	422
	5号機	311※2	548※2	256※2	452	452	427
	6号機	298※2	444※2	244	445	448	415
福島第二	1号機	254	230※2	305	434	434	512
	2号機	243	196※2	232※2	428	429	504
	3号機	277※2	216※2	208※2	428	430	504
	4号機	210※2	205※2	288※2	415	415	504

※1：これらの記録については暫定値であるため、今後の検討により変更となる可能性があります。

※2：記録開始から約130～150秒程度で記録が終了しています。

参考：津波の大きさ

- 平成14年改訂の想定津波最高水位は基準面（O.P.）に対し5.7m、対策は完了していました。
- 福島第一では主要建屋エリア全域が、基準水面に対し+14-15m、地面に対し約4-5m浸水しました。
- 一方、福島第二では、基準水面に対し+6.5-7m海面が上昇し、1,2号機の建屋周辺および3号機の建屋南側が浸水しました。
- 福島第一への津波の影響は、福島第二のものに比べ、大きかったことが確認されています。



O.P.：小名浜港工事基準面

参考：福島第一・第二の浸水、遡上の領域

