

# 東日本大震災における 原子力発電所の影響と収束への取組状況について

平成23年9月27日  
東京電力株式会社

---

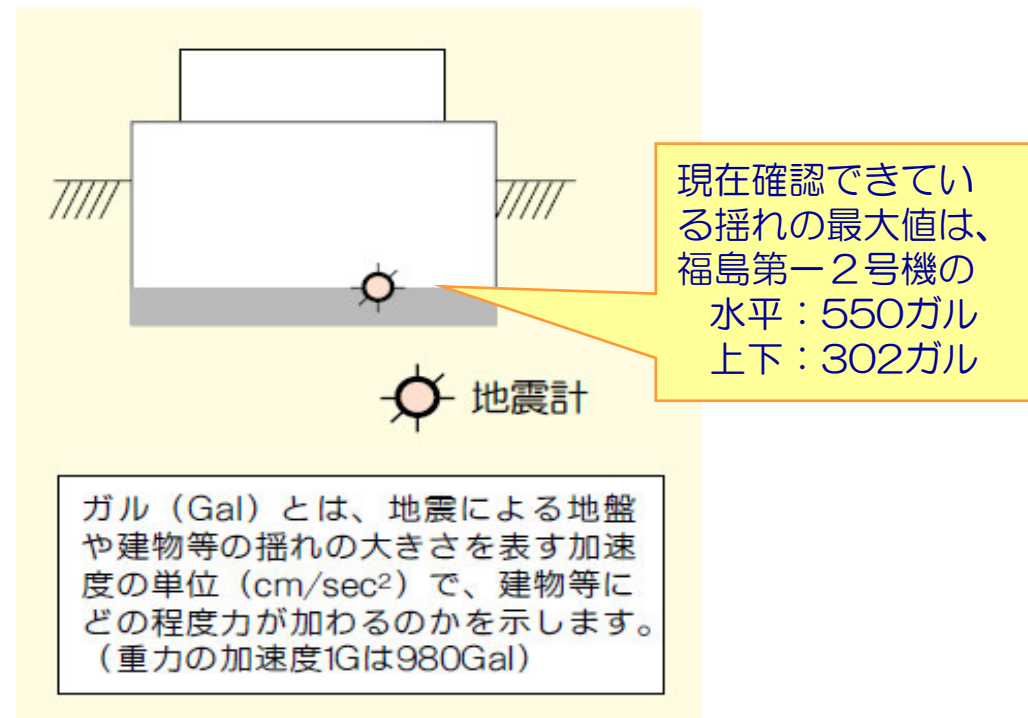
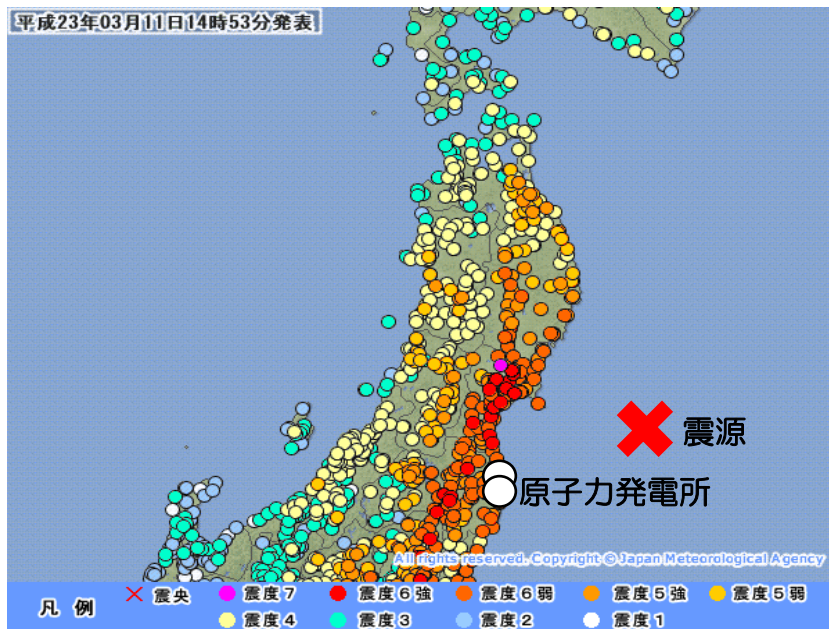
# 1. 地震及び津波の発生と事故の概要



# 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】





# 地震観測記録

地震観測記録と基準地震動S<sub>s</sub>に対する応答値との比較

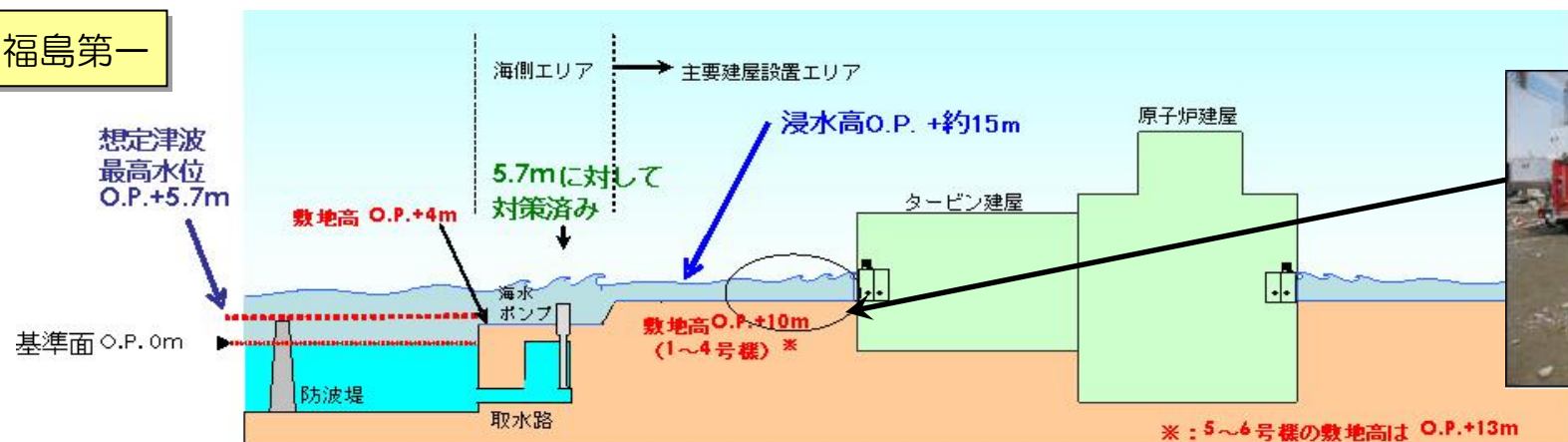
観測点 (原子炉建屋最地下階)		観測記録			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値（ガル）		
		最大加速度値（ガル）					
		南北方向	東西方向	上下方向	南北方向	東西方向	上下方向
福島第一	1号機	460※	447※	258※	487	489	412
	2号機	348※	550※	302※	441	438	420
	3号機	322※	507※	231※	449	441	429
	4号機	281※	319※	200※	447	445	422
	5号機	311※	548※	256※	452	452	427
	6号機	298※	444※	244	445	448	415
福島第二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

※：記録開始から約130～150秒程度で記録が終了しています。

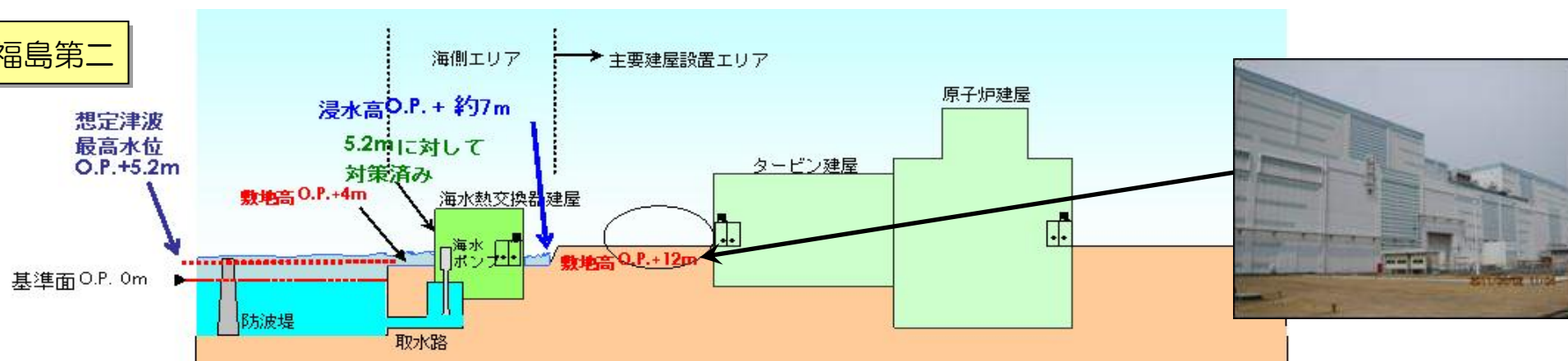
# 津波の大きさ

- 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**（福島第一）、**5.2m**（福島第二）でした。
- 福島第一では基準水面に対し**約15m**、福島第二では基準水面に対し**約7m**浸水しました。
- 福島第一への津波の影響（水位及び浸水域）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。

福島第一

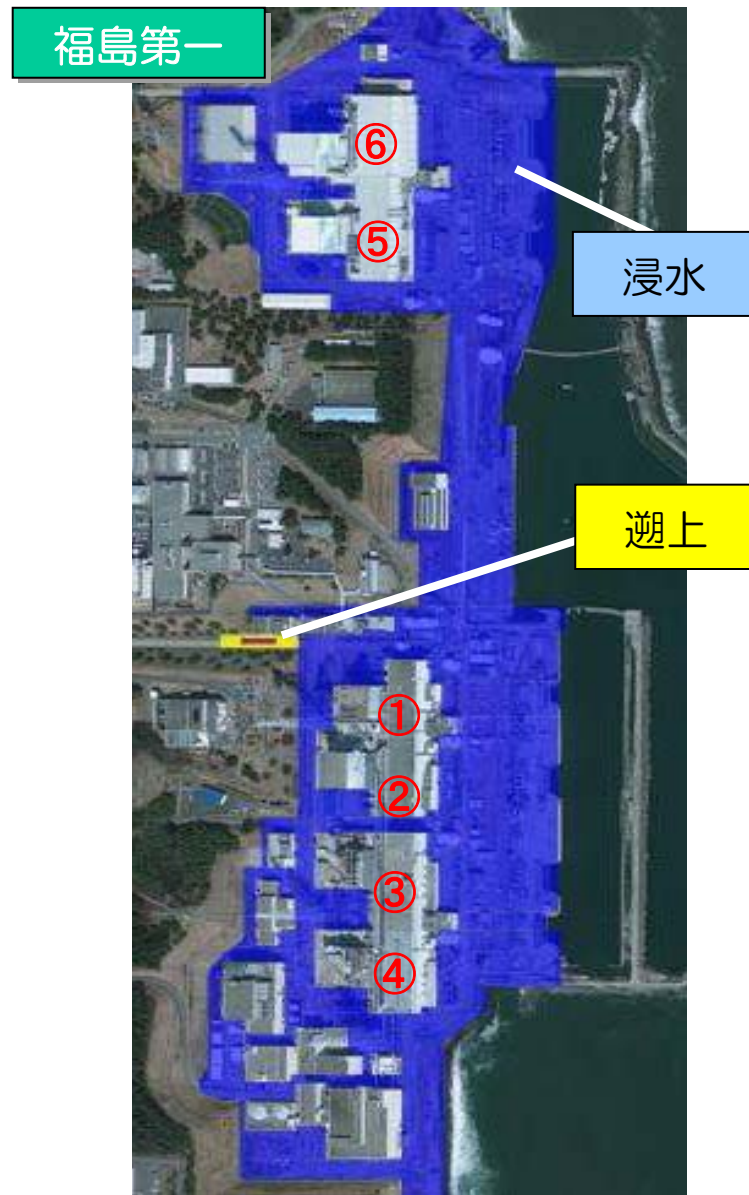


福島第二



O.P.：小名浜港工事基準面

## 福島第一・第二の浸水、遡上の領域



© GeoEye



# 福島第一 津波の襲来（1）

5号機の近傍（南側）から東側を撮影



廃棄物処理建屋4階から北側を撮影  
タンク  
高さ約5.5m（敷地高O.P.+10m）



## 福島第一 津波の襲来（2）

---

3号機海水ポンプエリア近傍を撮影



5・6号機取水設備周辺を撮影



# 福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所の状況推移

3/11 14:46頃 東北地方太平洋沖地震発生

地震により原子炉スクラム（緊急停止）

福島第一 1～4号機

5, 6号機

福島第二 1～4号機

外部電源喪失、D/G（非常用ディーゼル発電機）起動

スクラム対応

3/11 15:20頃～ 東北地方太平洋沖地震に伴う津波が福島第一・第二原子力発電所に襲来

1～3号機

4号機

【電源】 外部電源・D/G全滅  
【海水系】 全 滅

高圧系による注水・除熱

低圧系による海水・淡水注水

熱除去のルート確保できず  
安定化に向け対応中

【電源】 D/G6B起動  
【海水系】 全 滅

6号機→5号機へ電源融通

仮設電源、仮設海水ポンプ  
による熱除去のルート確保

冷温停止

【電源】 外部電源あり  
【海水系】 3号機を除き全滅<sup>※2</sup>

※2 RHR系の海水系

高圧系（蒸気駆動）による注水

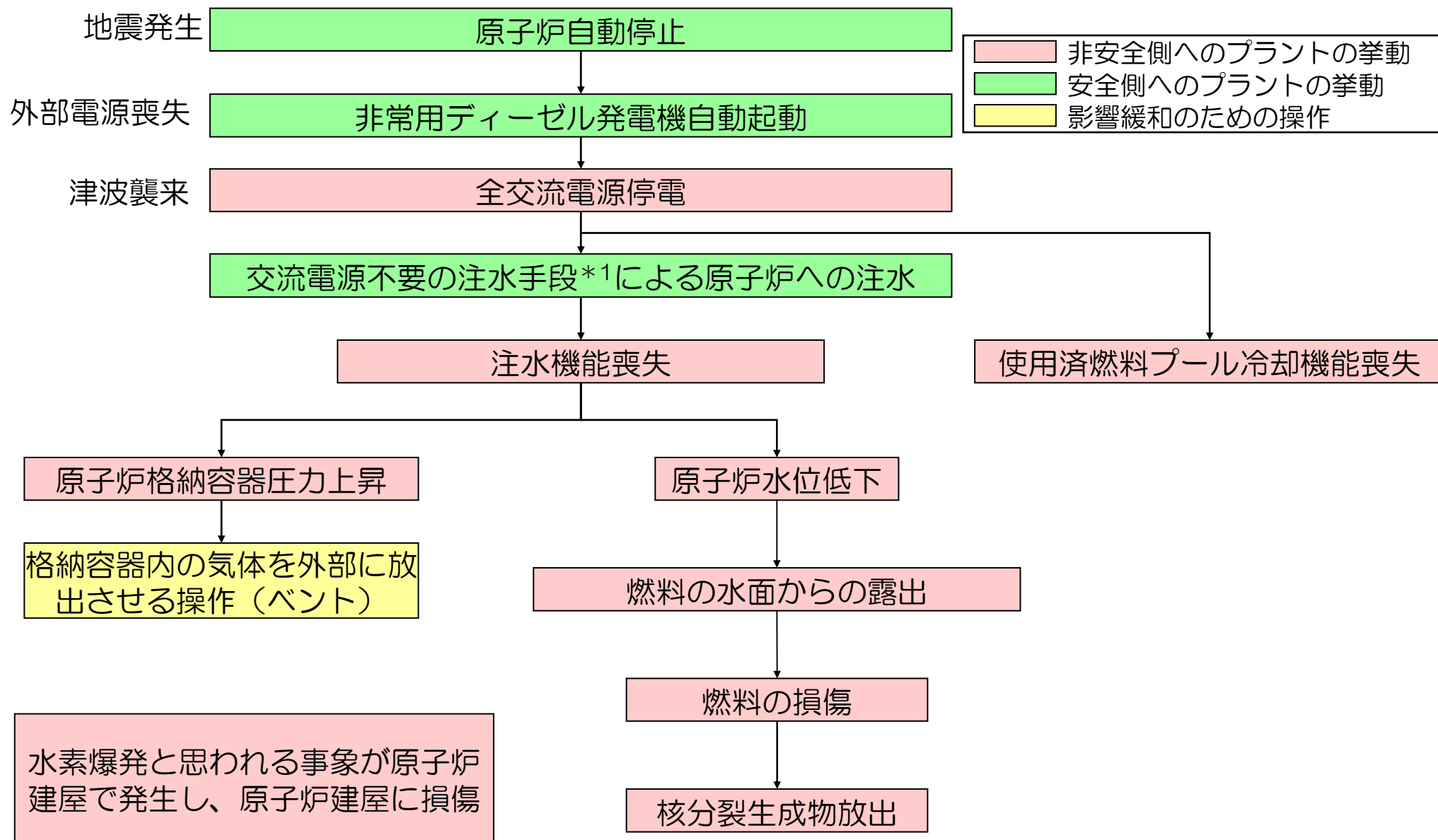
低圧系による注水

仮設電源、電動機の交換等  
による熱除去のルート確保

冷温停止



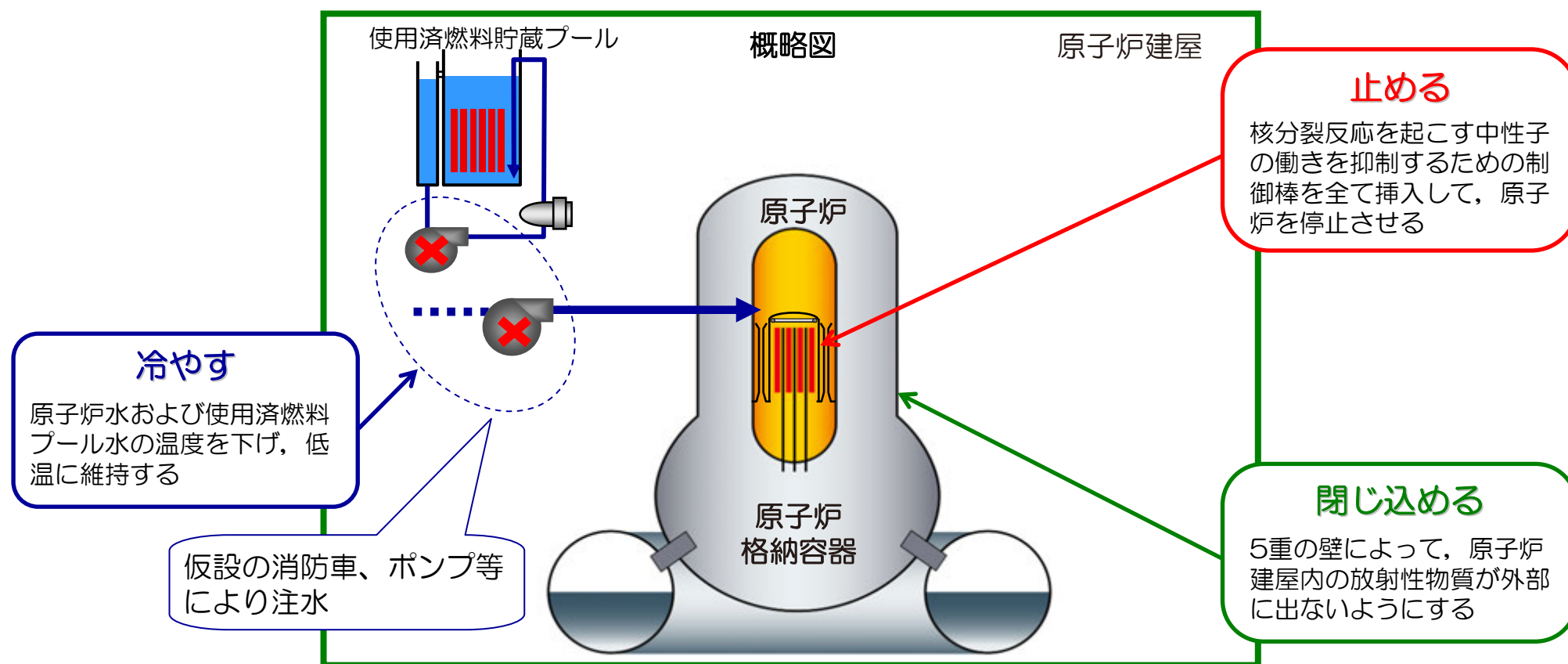
# 福島第一原子力発電所の事象の経過（3号機の場合）



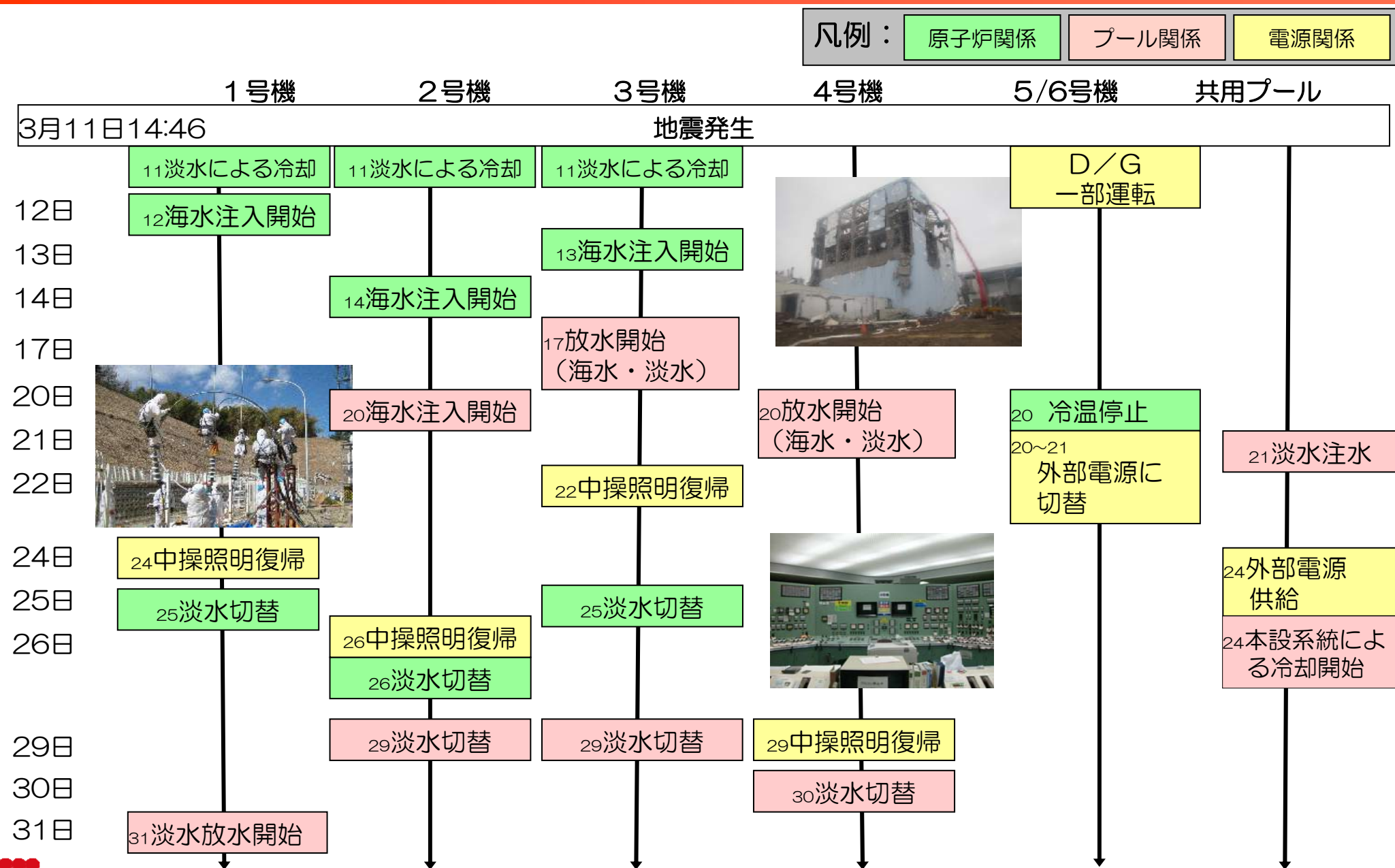
\* 高圧注水系、原子炉隔離時冷却系

## 福島第一 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。
- 地震により送電線等が損傷、非常用発電機が起動しましたが、津波の浸水により非常用電源が使用できない状態になりました。
- 全ての交流電源が失われた結果、最終的に原子炉と使用済燃料プールの「冷やす」機能を失いました。
- タービン建屋内に高レベル汚染水を確認したため、「閉じ込める」機能が損なわれています。

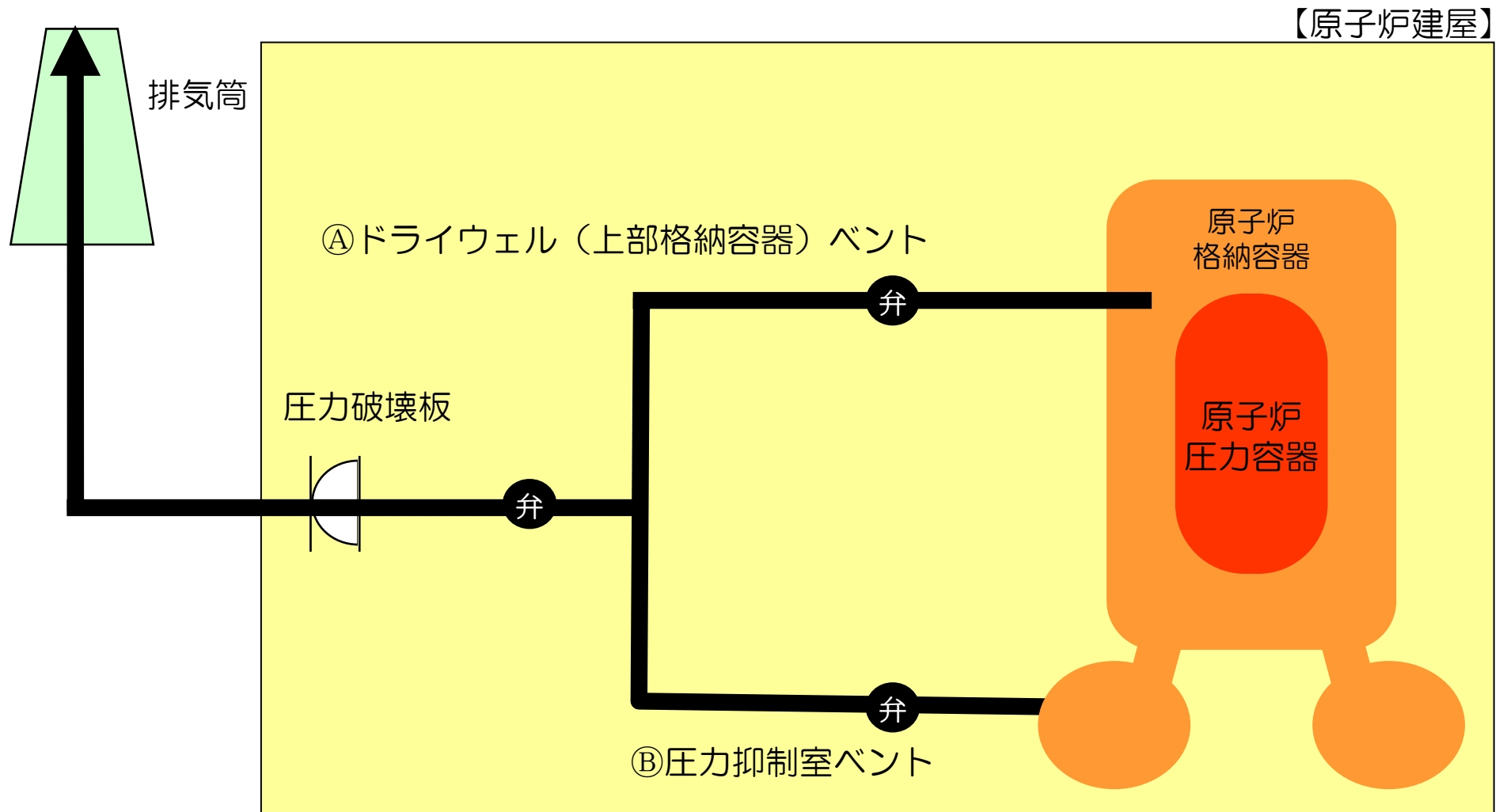


# 福島第一 燃料冷却の取り組み



## 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。



# 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、滞留水の再利用による循環注水冷却を実施中です。
- 1～4号機では、使用済燃料プール内の使用済燃料の冷却のため、安定的な循環冷却を開始しました。
- 1～3号機のタービン建屋内に高レベル汚染水を確認。滞留水処理施設による処理を継続中です。
- 水素爆発防止のため、1～3号機格納容器内に窒素注入中です。
- 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
「止める」		○	○	○	定期検査中	定期検査中	定期検査中
「冷やす」	原子炉	○ 循環注水冷却 窒素ガス封入	△ 循環注水冷却 窒素ガス封入	△ 循環注水冷却 窒素ガス封入	— 燃料なし	○ 冷温停止中	○ 冷温停止中
	プール	○ 循環冷却システム	○ 循環冷却システム	○ 循環冷却システム	○ 循環冷却システム	○	○
「閉じ込める」※		△ 高レベル汚染水確認 滞留水処理施設による 処理を継続	△ 高レベル汚染水確認 滞留水処理施設による 処理を継続	△ 高レベル汚染水確認 滞留水処理施設による 処理を継続	△	○	○

※ 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。

※ 1～3号機の炉心損傷状況の暫定的な解析では、燃料ペレットが溶解し、解析条件によっては圧力容器底部に移行したとの結果が得られた。しかし、原子炉への淡水注水により、1号機では原子炉圧力容器底部の温度が100℃以下で安定している。2,3号機も、冷温停止状態達成に十分な注水量を把握し、100℃以下での安定を目指す。

---

## 2. 事故の収束に向けた取組状況



# 「事故の収束に向けた道筋」の進捗状況について

- 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。

## ＜至近1ヶ月の総括と今後の取組み（主な変更点）＞

「福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋」の進捗状況（9月20日）を一部最新化

### 【課題（1）原子炉】：注水ラインを変更し、より効果的な冷却を開始

2,3号機は給水ラインに加えコアスプレイ（CS）からの注水を開始。1, 3号機の原子炉圧力容器底部温度は100℃以下で安定。2号機は100℃以上の部分があり、注水量を調整し、100℃以下への移行を目指す。

### 【課題（3）滞留水】：滞留水の水位は豪雨や処理施設の長期停止にも耐えうるレベルに到達

滞留水の水位は当面の目標レベル（O.P.3,000）に到達。安定的な処理に向け、セシウム吸着処理施設（サリー）を設置し、除染処理施設の増強完了。蒸発濃縮装置による塩分処理施設も増強中。

### 【課題（4）地下水】：遮水壁の基本設計完了

遮水壁の基本設計完了。現在、工事着手に向けて、詳細検討を実施中。

### 【課題（5）大気・土壌】：3号機原子炉建屋上部瓦礫撤去開始

3号機原子炉建屋上部の瓦礫撤去を開始、4号機も間もなく開始予定。撤去した瓦礫等を保管エリア内で管理。

### 【課題（6）測定・低減・公表】：現時点における放射性物質の放出量を評価

1～3号機からの現時点の放出量を、原子炉建屋上部や陸域及び海域での空气中放射性物質濃度を用いて評価。「除染推進に向けた基本的考え方」及び「除染に関する緊急実施基本方針」等を決定。

### 【課題（7）津波・補強・他】：全号機の原子炉建屋の耐震安全性評価を完了

### 【課題（8）生活・職場環境】：仮設寮は予定の1,600人分を建設完了

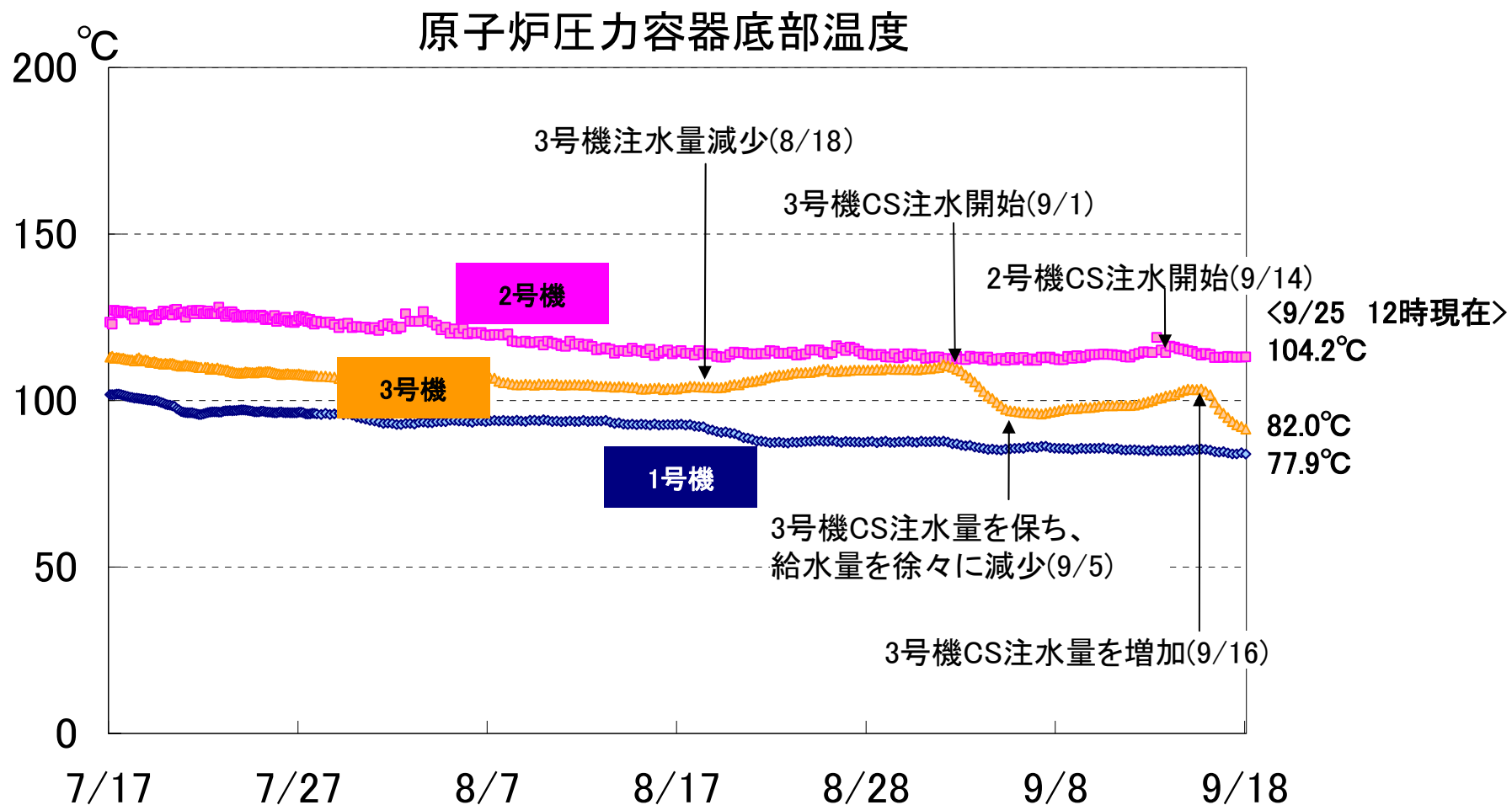
### 【課題（9）放射線管理・医療】：作業員の健康管理を充実

夏場限定だった5/6号機救急医療室を恒常施設化、看護師・放射線技師の派遣も開始。

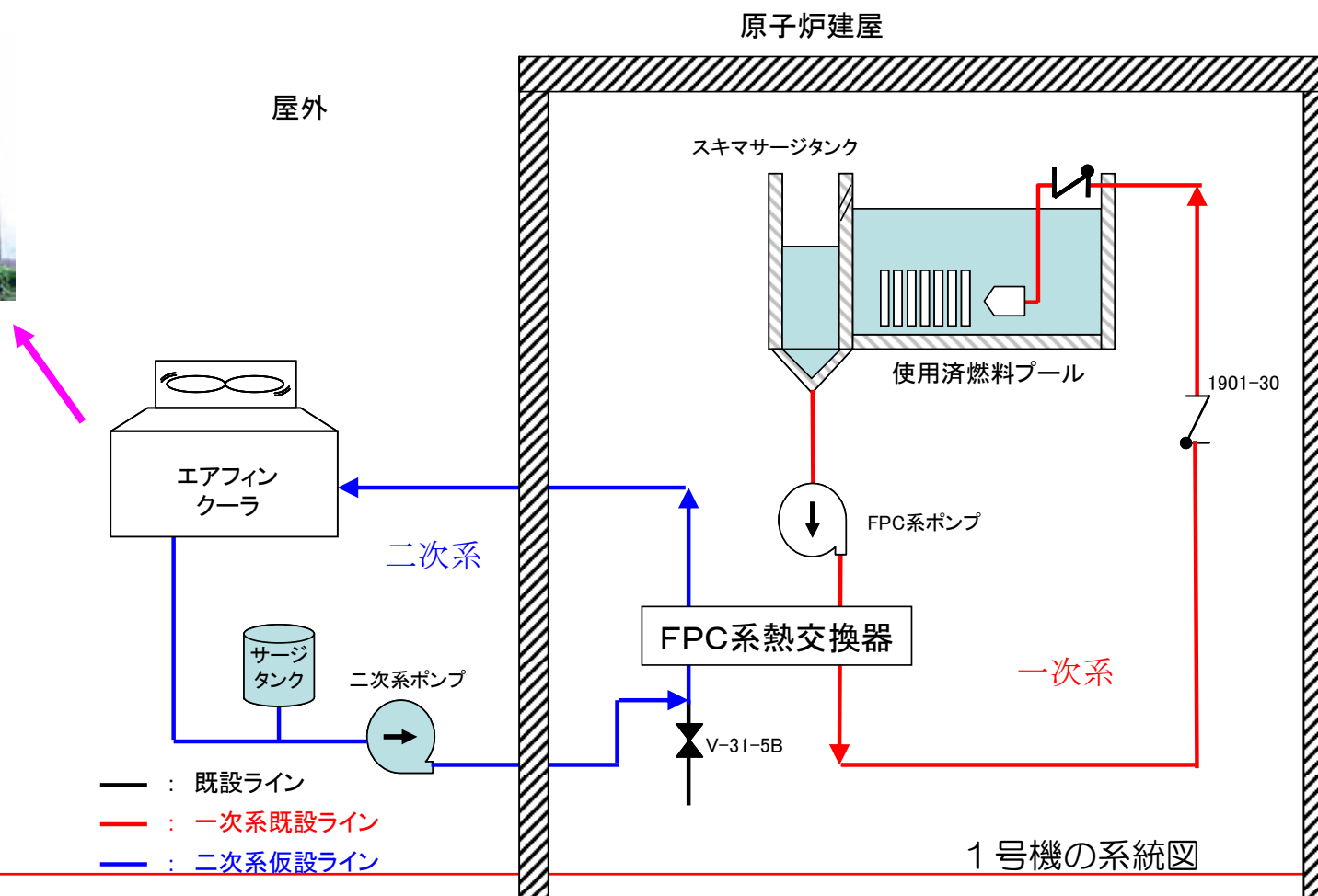
### 【課題（10）要員育成・配置】：放射線関係の要員育成研修を継続実施

## 原子炉の冷却 注水ラインを変更し、より効果的な冷却を開始

- 2,3号機では、給水ラインに加えコアスプレイ（CS）からの注水を開始しました。少ない水量で安定的に冷却をすることができます。
- 1, 3号機の原子炉圧力容器底部温度は100℃以下で安定しています。2号機は100℃以上の部分があり、注水量を調整し、100℃以下での安定を目指します。

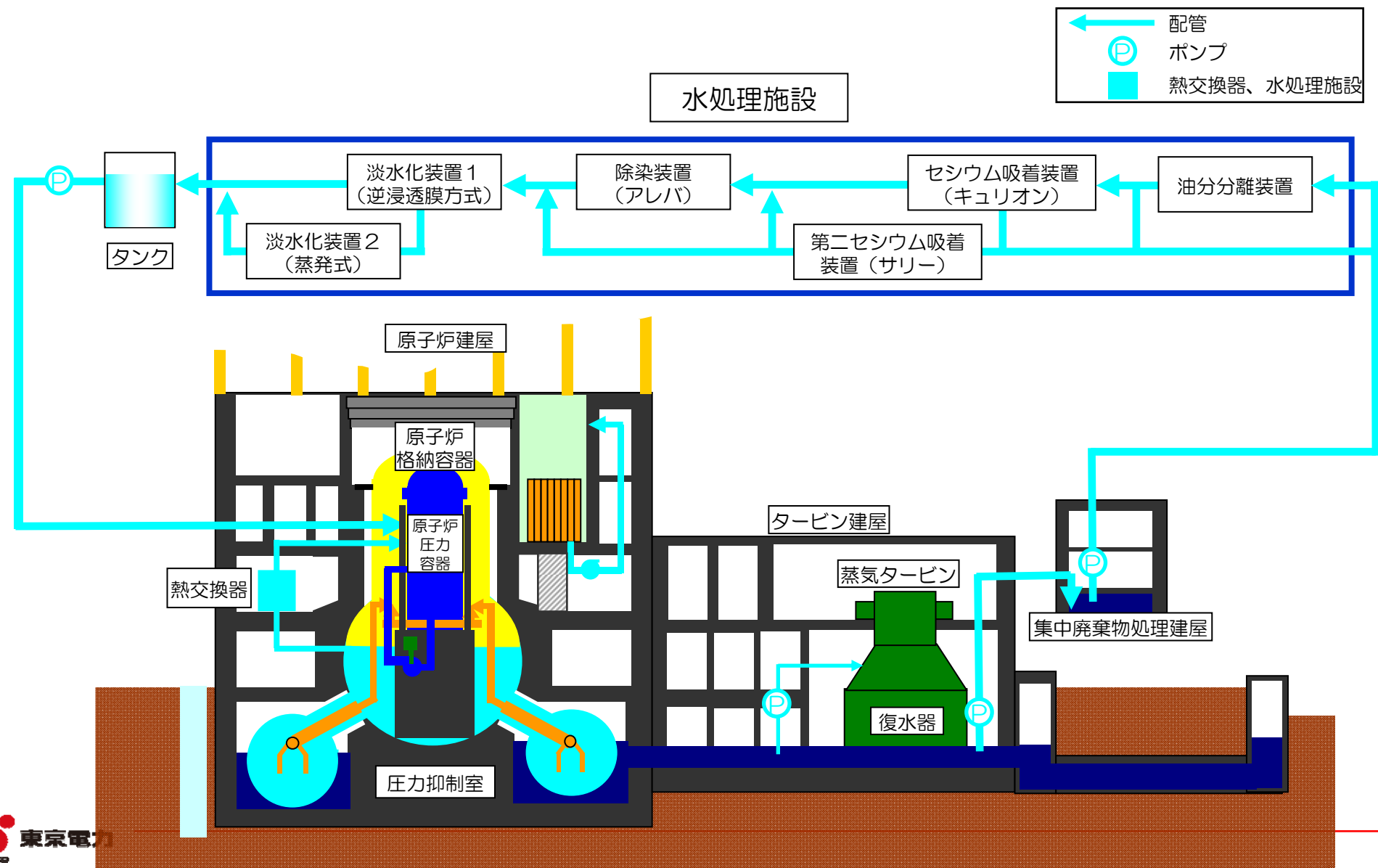


- 2,3号機はステップ1 終了時点で既に熱交換器を設置し、プールの水位が維持され、より安定的に冷却できている状態（ステップ2の目標）を達成しました。
- 1,4号機も循環冷却システムが完成し、8月10日、全号機がステップ2の目標を達成しました。
- 4号機では、8月20日、塩分除去装置を稼動しました。2,3号機についても順次塩分除去を実施予定です。





➤ 集中廃棄物処理施設に移送・貯蔵した滞留水を処理し、原子炉への注入水に利用します。

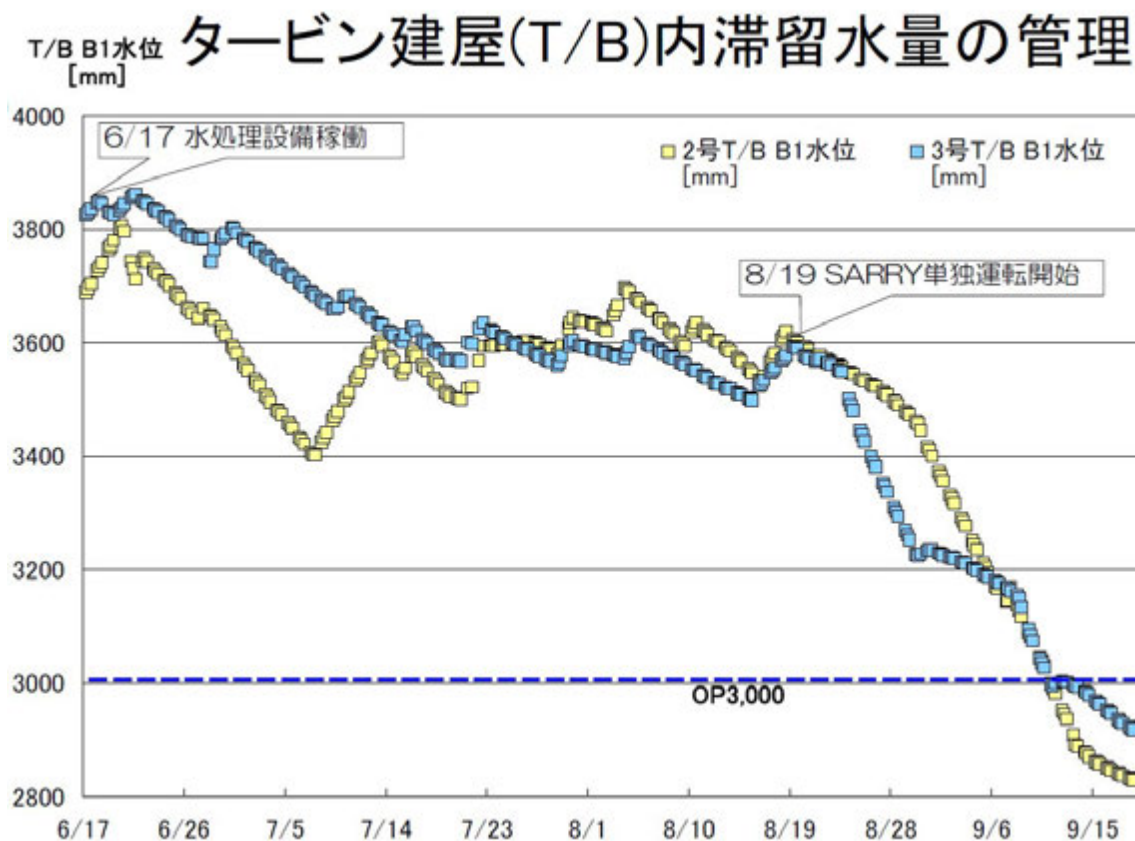


- 8月18日のサリー本格運用開始に伴い、滞留水の水位は当面の目標レベル（O.P3,000）に到達し、滞留水の全体量は、豪雨や処理施設の長期停止にも耐えられるレベルまで減少しました。
- 現在、さらに循環注水冷却を継続・強化中です。

## <滞留水の処理状況>

- ・ 滞留水処理実績  
累計約103,810トン（9/26時点）
- ・ セシウム除染係数※  
10<sup>6</sup>（キュリオナーアレバ、8/9実績）  
10<sup>5</sup>（サリー、9/1実績）
- ・ 塩素濃度  
6,000ppmのものを20ppm程度に低下  
（逆浸透膜による装置、8/9実績）  
12,000ppmのものを1ppm未満に低下  
（蒸発濃縮による装置、8/16実績）

※処理前の試料のセシウム濃度／処理後の試料のセシウム濃度



- 放射性物質の飛散を防ぐため、飛散防止剤を散布しました。  
(4月1日以降、敷地に散布。4月26日より本格散布。5月27日より建屋本体に散布。)
- 放射性物質を含む水の海への流出を防ぐため、下記対策を実施しました。
  - ✓ 立坑周辺の穴から凝固剤を注入し、止水を確認(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。
  - ✓ 発電所防波堤周辺で大型土のうの積み込みによる止水工事、シルトフェンスの設置を実施。
  - ✓ スクリーンエリアへの循環型の浄化装置の設置を実施。
- 瓦礫の撤去により、発電所敷地内の放射線量が低下しています。3号機では原子炉建屋上部の瓦礫撤去を開始しました。



敷地、建屋本体への飛散防止剤散布



海水循環型浄化装置設置



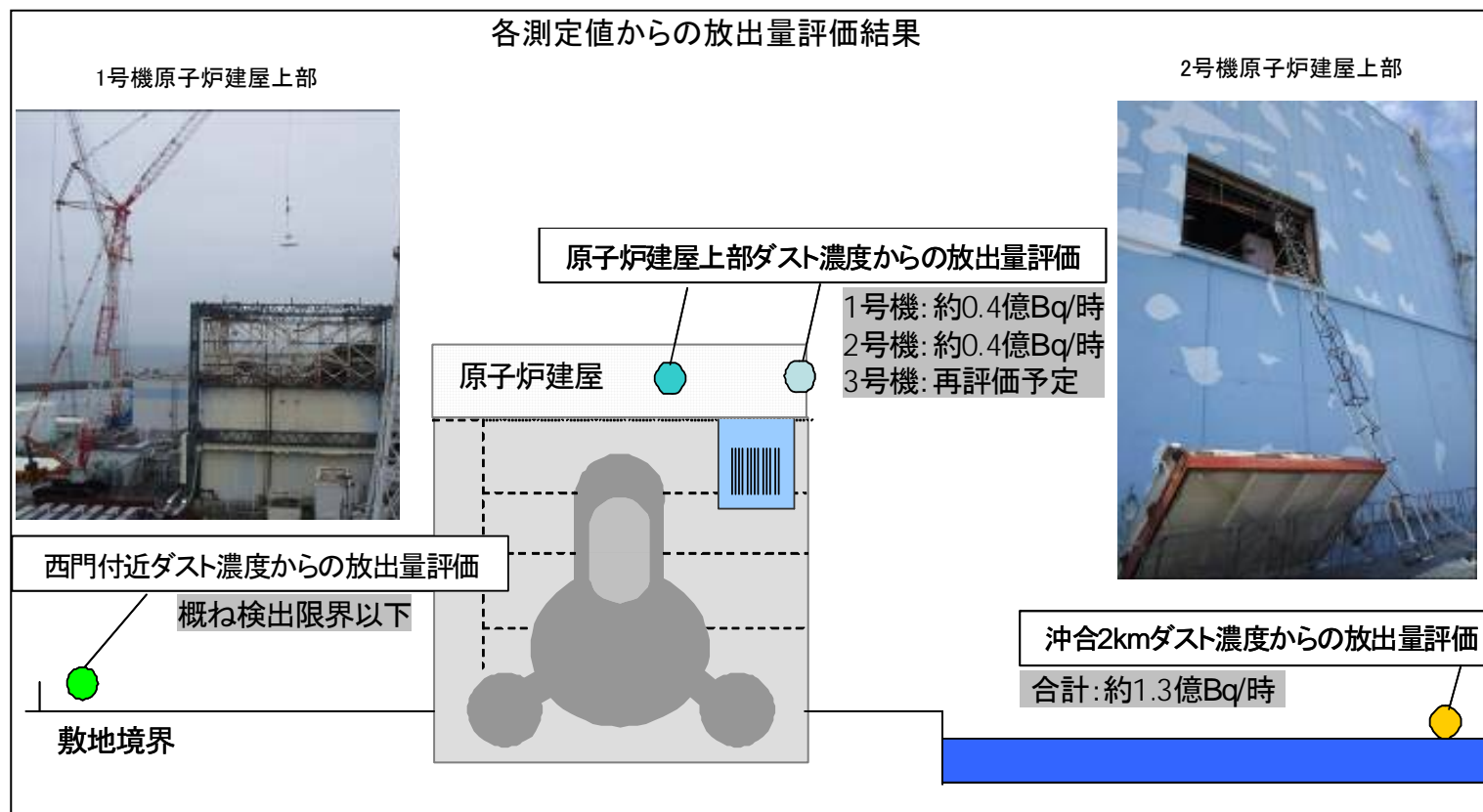
シルトフェンス設置



瓦礫の撤去

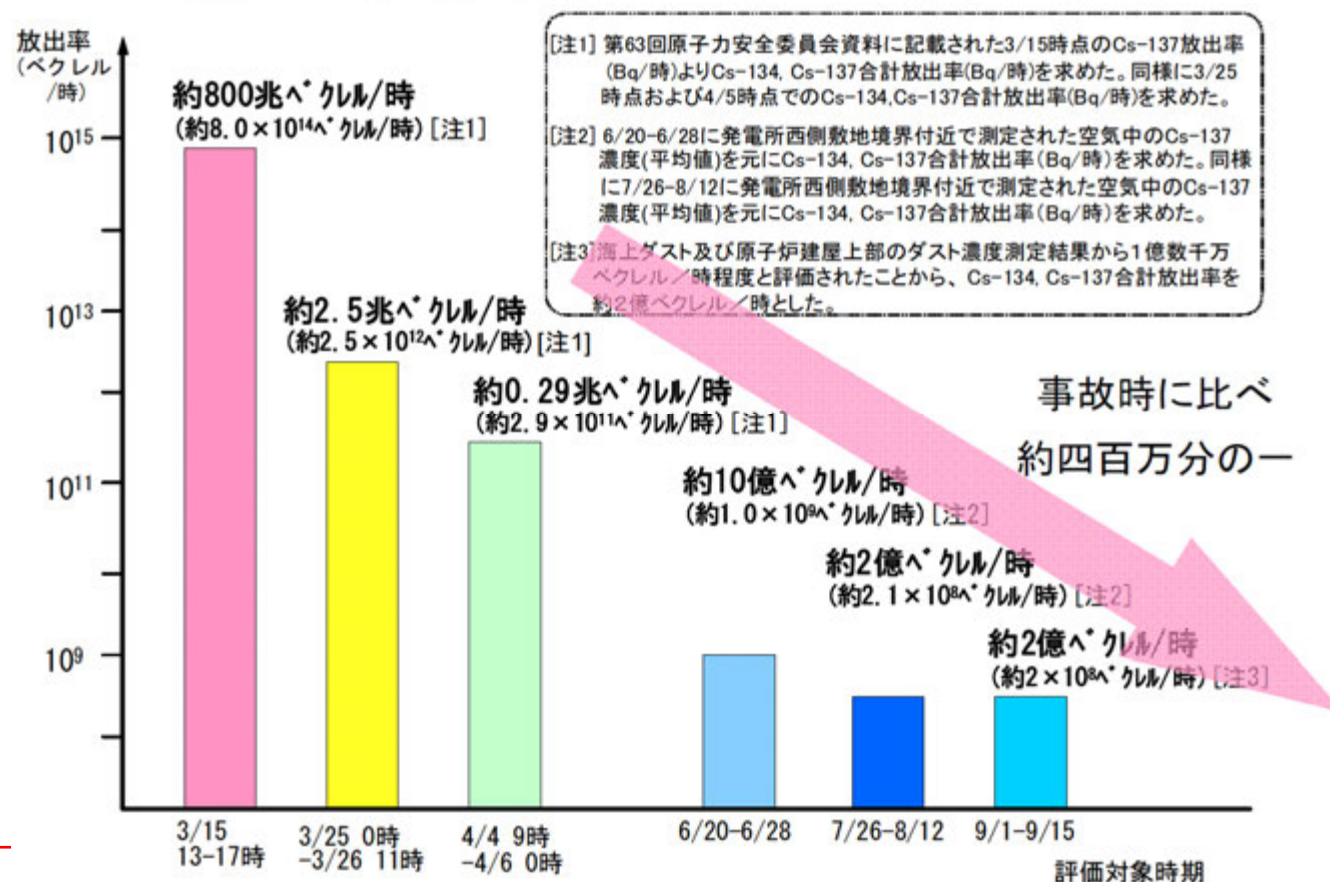


- 原子炉建屋上部や陸域及び海域での空气中放射性物質濃度（ダスト濃度）を測定し、1～3号機からの放射性物質の現時点での放出量を評価。
- ・ 原子炉建屋上部ダスト濃度からの放出量は1号機、2号機それぞれで約0.4億ベクレル/時。3号機は再評価予定。
- ・ 沖合2kmダスト濃度からの放出量評価は1～3号機合計で約1.3億ベクレル/時。
- ・ 現放出量の最大値は1～3号機合計で約2億ベクレル/時と推定。



- 1～3号機からの現時点の放出量は1時間当たり約2億ベクレルで、事故直後と比べ、約400万分の1の値です。
- これによる敷地境界の被ばく線量は、最大0.4mSv/年となりました。（これまでに既に放出された放射性物質の影響を除きます）  
なお、法令で定める線量限度は1mSv/年です。

1～3号機からの放射性物質（セシウム）の一時間当たりの放出量



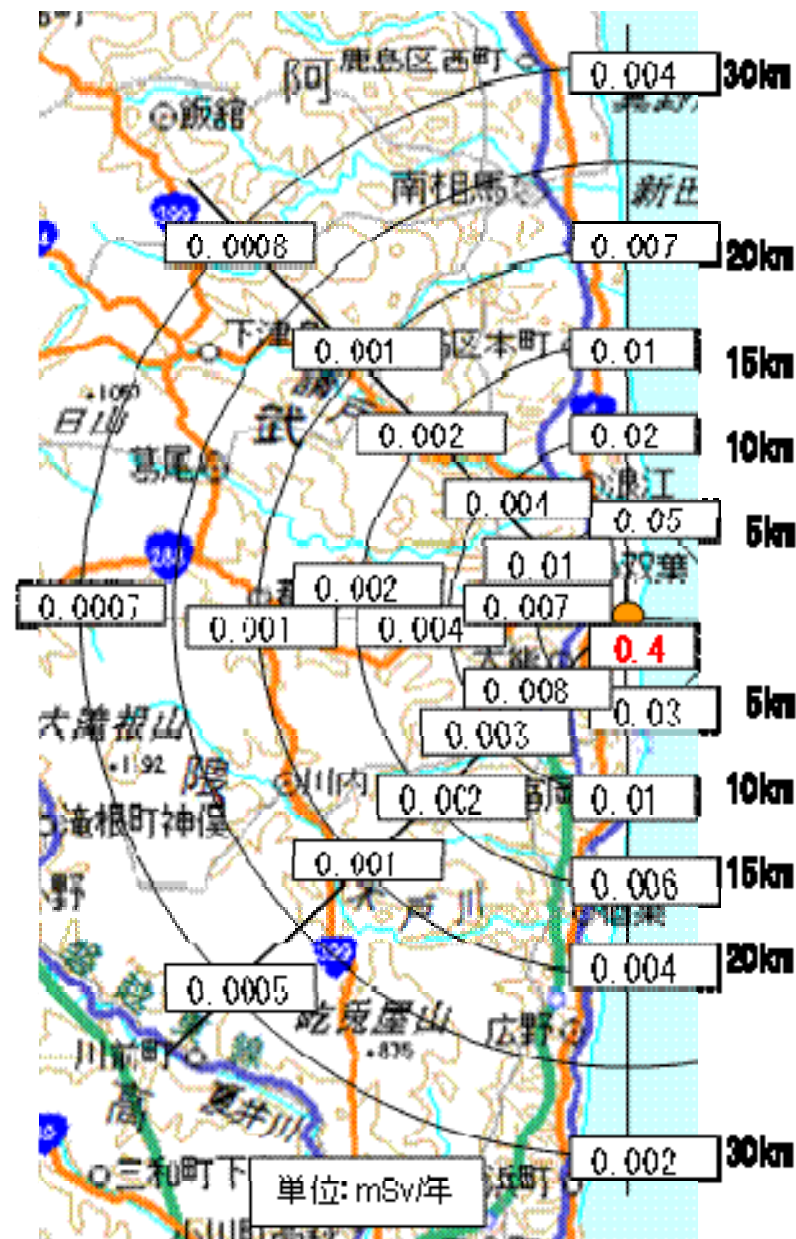
発電所1～3号機からの現時点での放射性物質の放出量が1年間続くと仮定した場合の被ばく線量（ミリシーベルト/年）

（これまでに既に放出された放射性物質の影響を除く）

（評価値の概要）

- ・敷地境界：約0.4ミリシーベルト/年 以下
- ・5km地点：約0.05ミリシーベルト/年 以下
- ・10km地点：約0.02ミリシーベルト/年 以下
- ・20km地点：約0.007ミリシーベルト/年 以下

なお、敷地外での原子炉施設による線量限度は1ミリシーベルト/年である。



地図出典：「電子国土」 URL <http://cyberjapan.jp/>



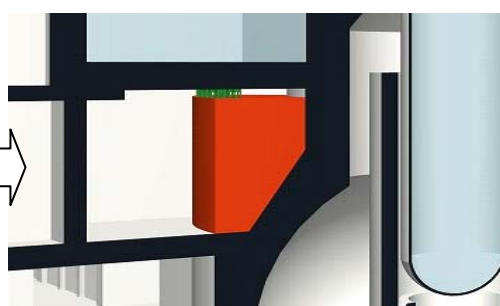
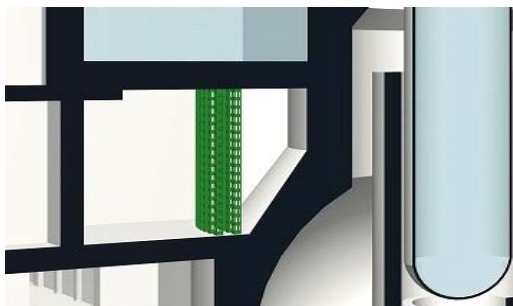
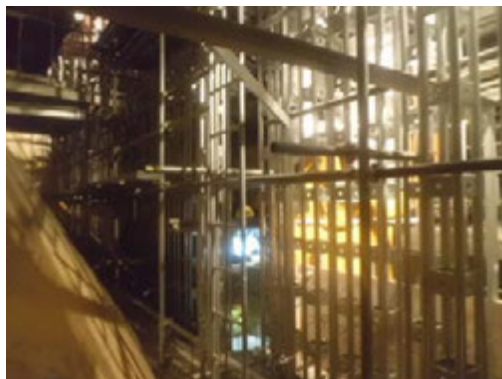
- 文部科学省の指導の下、陸域及び海域においてサンプリング採取、測定を実施。
- 内閣府・文部科学省による警戒区域及び計画的避難区域における「広域モニタリング」の計画立案／測定（のべ約800人規模）に参画。
- 電力支援チームは、20km圏内の陸域モニタリング及び広域モニタリングにおいて、空間線量率の測定と土壌採取に参画。
- 広域モニタリングの結果を踏まえ、これら区域の環境改善対策の実施方法等の検討のための基礎データを取得するため、住宅や道路、校庭などの詳細調査「個別詳細モニタリング」を実施中（6月中旬～10月末）。

広域モニタリングの測定作業風景



- 余震に備え4号機では、燃料プール底部に支持構造物を設置しました。
- 津波に備え下記の対策を実施しました。
  - ✓ 高台に非常用仮電源移動（4/15）
  - ✓ 注水ラインの多重化（～4/15）
  - ✓ 高台に消防車等設置（～4/18）
  - ✓ 仮設防潮堤の設置（～6/30）

プール底部支持構造物の設置



鋼製支柱の設置

コンクリート壁の設置

仮設防潮堤の設置



- 現在、作業員の休憩所を各所に順次開設しており、給水機、トイレ、エアシャワー等の設置を進めています。
- 宿泊施設として利用している福島第二原子力発電所体育館の生活環境の改善を行うとともに、1,600人分の仮設寮の建設を完了しました。
- 引き続き、作業環境および生活環境の向上に努めてまいります。



旧緊急対策室休憩所内部



福島第二体育館２段ベッド



休憩所内トイレ



旧緊急対策室休憩所飲料水



福島第二体育館シャワー室



休憩所内エアシャワー



## 放射線管理・要員育成 作業員の被ばく管理

- 7月6日までに、当社職員6名における被ばく線量の評価が緊急時の線量限度である250mSvを超えることが確認されました。
- 原子力安全・保安院から示された8つの改善事項に対する対策と、線量限度を超える被ばくに係る原因の究明と再発防止対策の策定を行い、8月12日、原子力安全・保安院に報告いたしました。
- 今後の復旧作業において放射線安全に万全を期すため、再発防止対策を確実に実施してまいります。
- 今後、必要性の高まる放射線関係の要員を育成するため、社員およびグループ会社社員を対象とした「放射性測定要員養成教育研修」を実施しています。これまでに約2,500人を育成しました。



ホールボディカウンタ



放射線測定要員育成研修の様子

### 法令で定める線量限度※

男性：50mSv／1年かつ100mSv／5年、女性：5mSv／3ヶ月

※福島第一原子力発電所においては、緊急の場合に限り、線量限度が250mSvに引き上げられている

# 当面の取組み（課題／目標／主な対策）のロードマップ 9/20改訂版

赤字：前回からの追加点、☆印：報告徴収済、緑色は達成した目標

課題		初回(4/17)時点	ステップ1(3ヶ月程度)	ステップ2(ステップ1終了後3～6ヶ月程度) ▼現時点(9/20)	中期的課題 (～3年程度)
Ⅰ 冷却	(1)原子炉	淡水注入 最小限の注水による燃料冷却(注水冷却) 滞留水再利用の検討／準備	循環注水☆ 冷却(開始) 窒素充填☆ 作業環境改善☆	安定的な冷却 循環注水冷却(継続) 窒素充填(継続)	冷温停止状態の継続 構造材の腐食破損防止※一部前倒し
	(2)燃料プール	淡水注入	注入操作の信頼性向上／遠隔操作※一部前倒し 循環冷却システム(熱交換器の設置)※一部前倒し 保管／処理施設の設置☆	安定的な冷却 注入操作の遠隔操作 熱交換機能の検討／実施 施設拡充☆本格水処理施設検討 除染☆塩分処理(再利用)等 廃スラッジ等の保管／管理☆	より安定 燃料の取り出し作業の開始 本格水処理施設の設置 滞留水の処理継続 廃スラッジ等の保管／管理 廃スラッジ等の処理の研究
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	保管施設の設置／除染処理	保管場所の確保 海洋汚染拡大防止 (保管/処理施設拡充計画にあわせてサフトレンポンプを復旧) ／遮水壁の設計・着手	滞留水全体量を減少 海洋汚染拡大防止 地下水の汚染拡大防止 遮水壁の構築
	(4)地下水		飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去・管理	飛散抑制 飛散防止剤の散布(継続) 瓦礫の撤去・管理(継続)	飛散抑制 飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去・管理
	(5)大気・土壌			原子炉建屋カバーの設置(1号機)☆ 瓦礫撤去(3,4号機原子炉建屋上部) 原子炉建屋コンテナの検討 格納容器ガス管理システム設置	格納容器ガス管理システム設置 瓦礫の撤去／カバーの設置(3,4号機) 原子炉建屋コンテナ設置作業の開始
	Ⅲ 除染モニタ	(6)測定・低減・公表	発電所内外の放射線量のモニタリング拡大・充実、公表	除染 本格的除染の検討・開始	除染 環境モニタリングの継続 除染の継続
	Ⅳ 対策等	(7)津波・補強・他	余震・津波対策の拡充、多様な放射線遮へい対策の準備 (4号機燃料プール)支持構造物の設置☆	拡大防止 各号機の補強工事の検討/実施☆	多様な遮へい対策の継続 各号機の補強工事
Ⅴ 環境改善	(8)生活・職場環境		作業員の生活・職場環境の改善	改善の徹底 作業員の生活・職場環境改善	改善の徹底 作業員の生活・職場環境改善
	(9)放射線管理・医療		放射線管理・医療体制の改善	改善の徹底 放射線管理・医療体制改善	改善の徹底 放射線管理・医療体制改善
	(10)要員育成・配置		要員の計画的育成・配置の実施	改善の徹底 要員の計画的育成・配置の実施	改善の徹底 要員の計画的育成・配置の実施
中期的課題への対応			政府による安全確保の考え方 上記に基づく施設運営計画の策定		施設運営計画に基づく対応

# 今回の事故を踏まえて

30

- 柏崎刈羽原子力発電所では、津波により電源と原子炉内の燃料及び使用済燃料を冷却する機能がなくなった場合に備えて、緊急安全対策を講じ、更に、防潮堤、防潮壁の設置準備を進めている。

