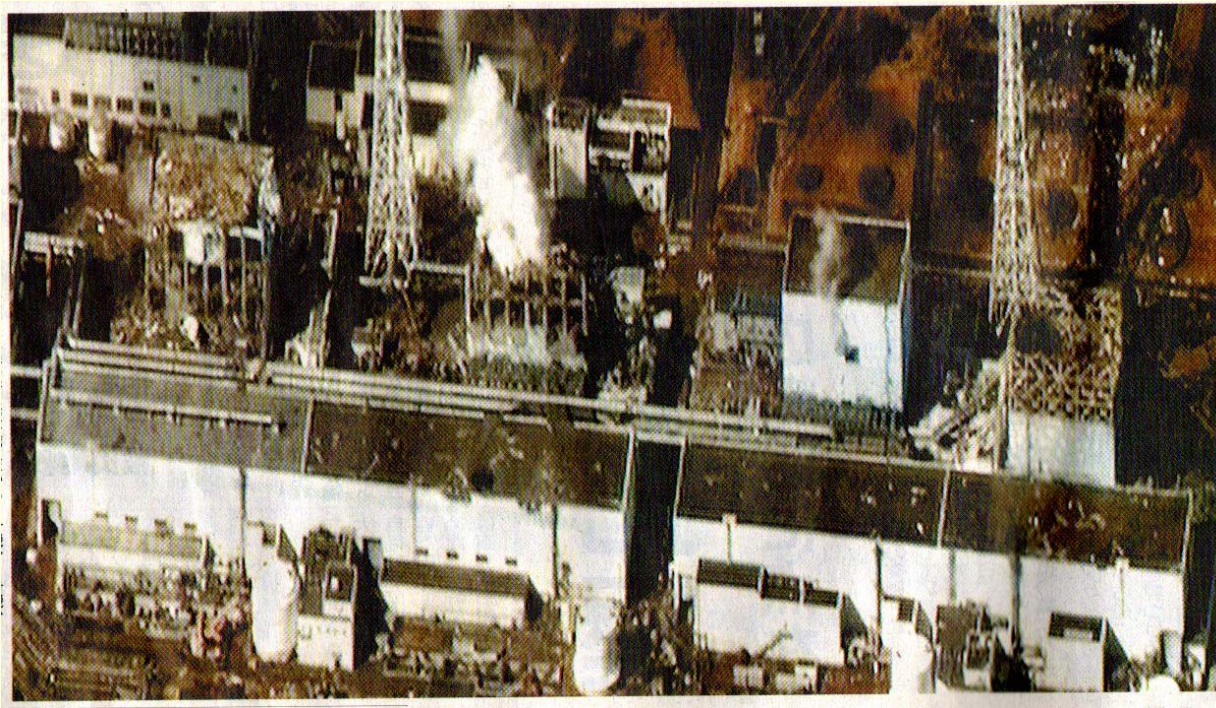


うずみ火講座2018

福島原発事故から7年 メルトダウンの後始末はどうなるのか



福島 2011年3月

今中哲二

京都大学原子炉実験所

**2018年3月17日
大阪市谷町2丁目
市民学習会議室**

今日の内容

- **7年前に福島第1原発で起きたこと**
- **いまの第1原発の3つの大きな問題**
 - **原子炉建屋プールの中の使用済み燃料の取り出し**
 - **増え続ける汚染水の後始末**
 - **核燃料デブリの後始末**

2011年3月11日 14時46分

**きっかけは地震・津波だったが
福島原発事故は人災だ！**

昨年6月30日の東電刑事裁判で明らかになった 2008年の防潮堤計画



『2008年に、東電内部チームから、福島原発で
10mを越える津波の可能性の報告があった』

政府事故調・吉田調書

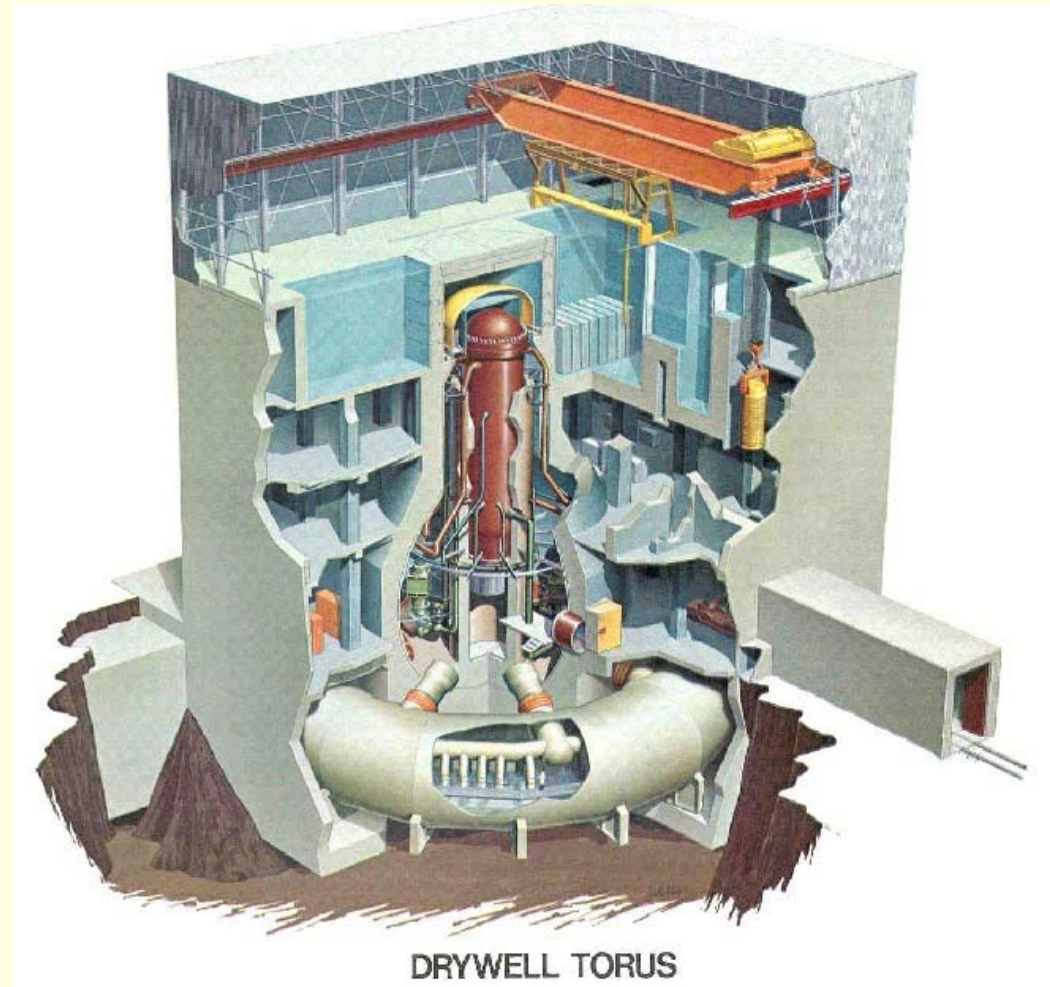
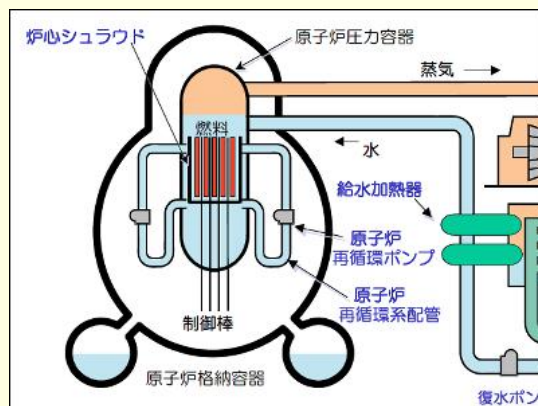
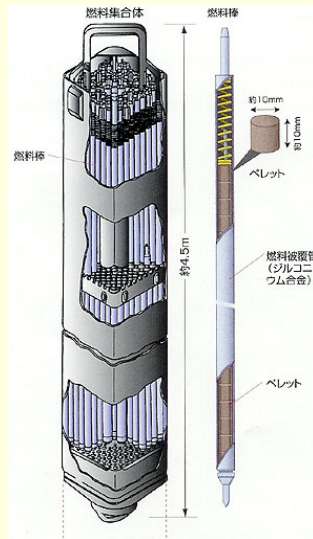


**3月12日、1
号機水素爆発**



**3月14日、3
号機水素爆発**

BWR型原子炉の構造と燃料棒、燃料集合体



3月14日夜

1 13版 2011年(平成23年)3月15日(火)

毎 日 新 聞

第46155号

創刊日 1911年3月25日 発行所 毎日新聞社 印刷所 毎日新聞印刷所

2号機 空だき状態

福島第1原発 燃料棒破損の可能性



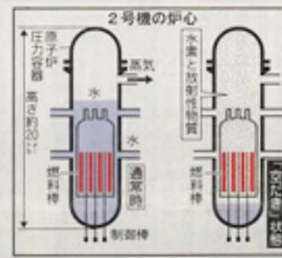
原子炉の冷却水が漏れ、放射性物質が漏れ出す。左は原子炉の冷却水が漏れ出す様子。右は原子炉の冷却水が漏れ出す様子。

東日本大震災

3号機爆発で11人けが

海水注入後も再

東電電力は14日、東日本大震災で被災した福島第1原発の2号機の水位が低下し、燃料棒が露出する恐れがあるとして、海水を注入し、燃料棒を冷却している。燃料棒が露出すると、燃料棒が加熱され、放射性物質が漏れ出す恐れがある。東電は、燃料棒が露出するのを防ぐために、海水を注入している。しかし、海水は放射性物質を汚染しているため、注入した海水は、放射性物質を含んでいる。東電は、注入した海水の放射性物質の濃度を測定している。また、東電は、注入した海水の量を測定している。東電は、注入した海水の量を、燃料棒の冷却に必要な量に達していることを確認している。東電は、注入した海水の量を、燃料棒の冷却に必要な量に達していることを確認している。東電は、注入した海水の量を、燃料棒の冷却に必要な量に達していることを確認している。



53万人 避難



MAINICHI

新 毎 日 新 聞

3月15日(火)

2011年(平成23年)

発行所：大阪府大阪市東淀川区3丁目4番5号
〒530-8231 電話：(06)456-1151
毎日新聞大阪本社

医療・介護のトータルヘルスケア

白十字

白十字 検索

News Click

東日本大震災

死者・行方不明者(人)

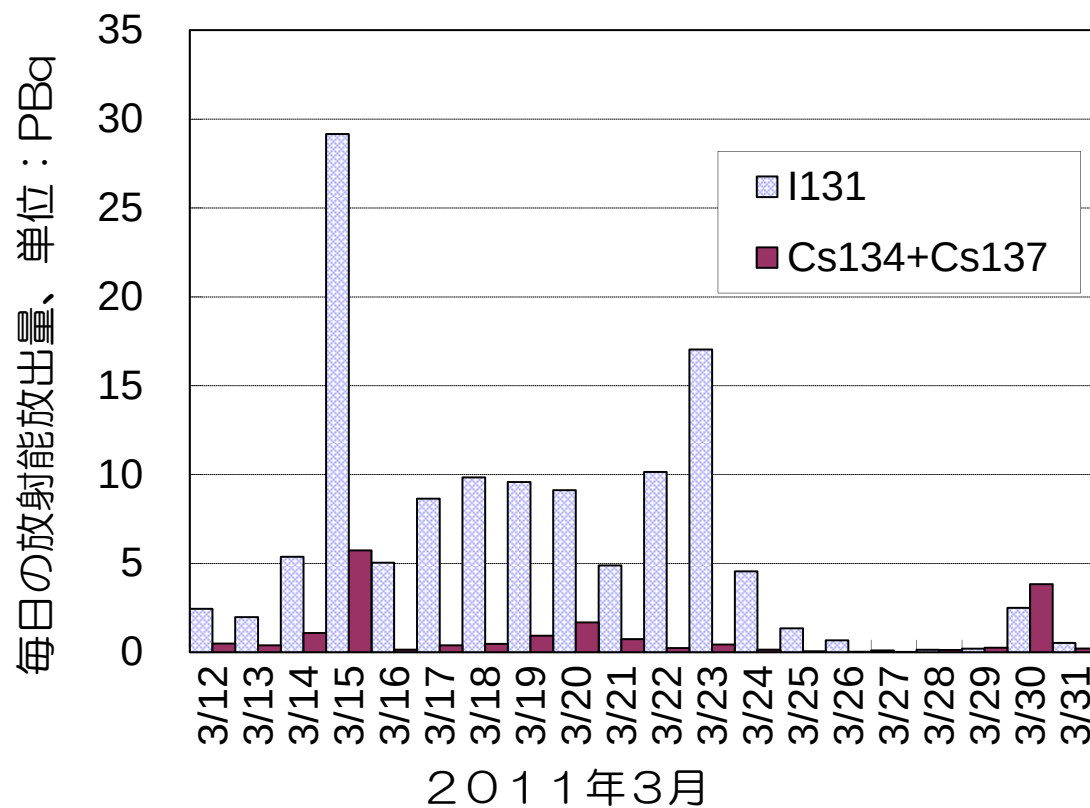
	死者	行方不明者
北海道	1	0
青森県	3	1
岩手県	627	1万以上
宮城県	1979	1万以上
山形県	1	0
福島県	431	1573以上
茨城県	19	0
栃木県	4	0
群馬県	1	0
千葉県	15	7
東京都	7	0
神奈川県	3	0

合計 3000以上 2万以上
※14日午後11時現在、毎日
新聞まとめ

原発 未だの制御不能
計画停電 直前まで迷走
計画停電 区割り一覧表
日経 追加緩和を決定

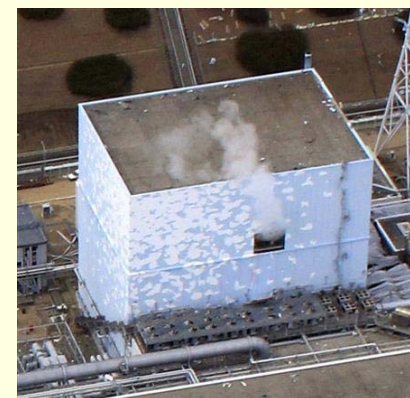
翌朝、緊急時要員以外、第1原発から退避！

事故期間中の毎日の放射能放出量



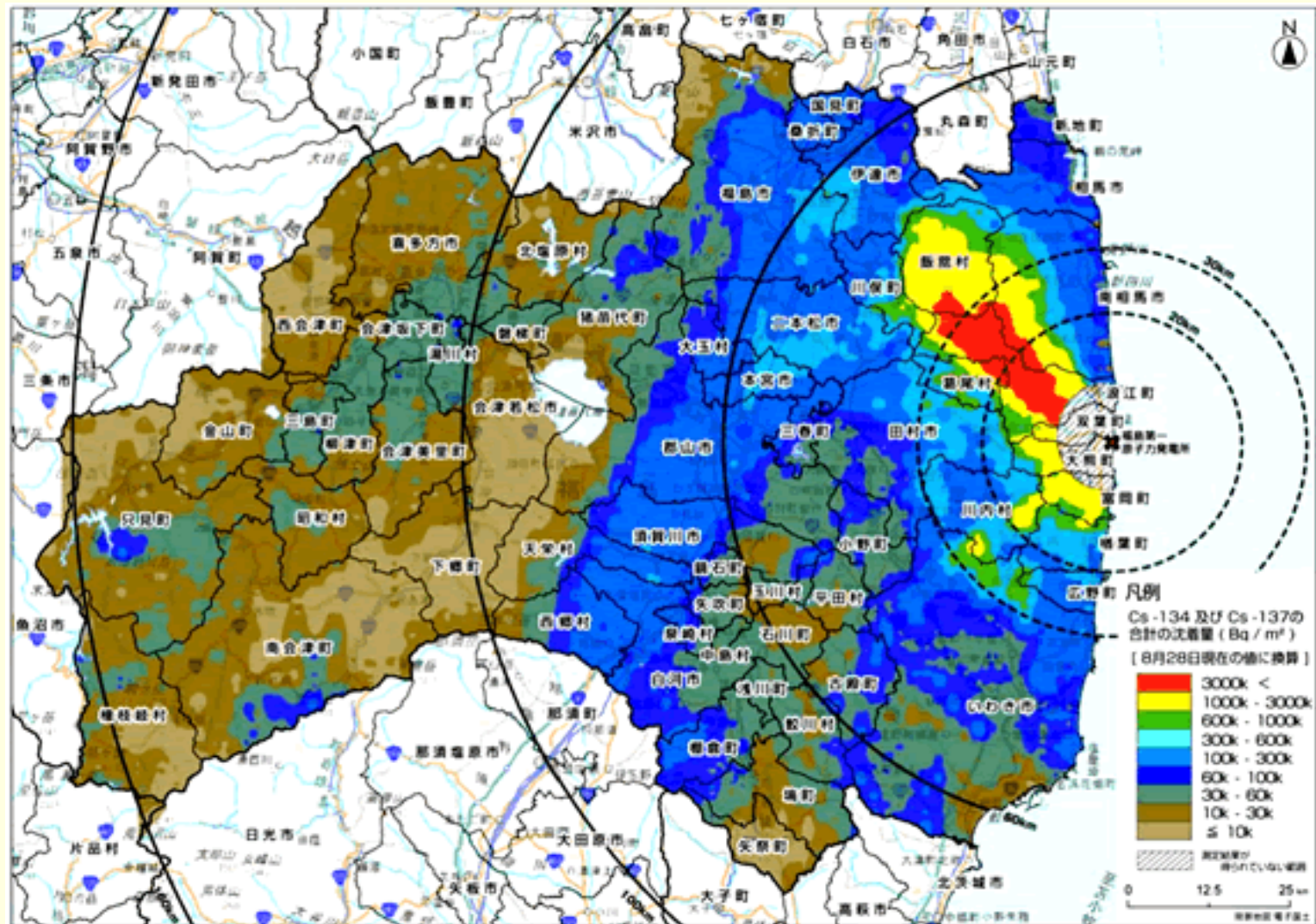
ふくいちライブカメラの映像 (3月15日 10:00 頃)

2号機から白煙
3月15日午前10時



日時不明

3月15日の夜に、放射能の雲 (放射性プルーム)と雨・雪が重なった

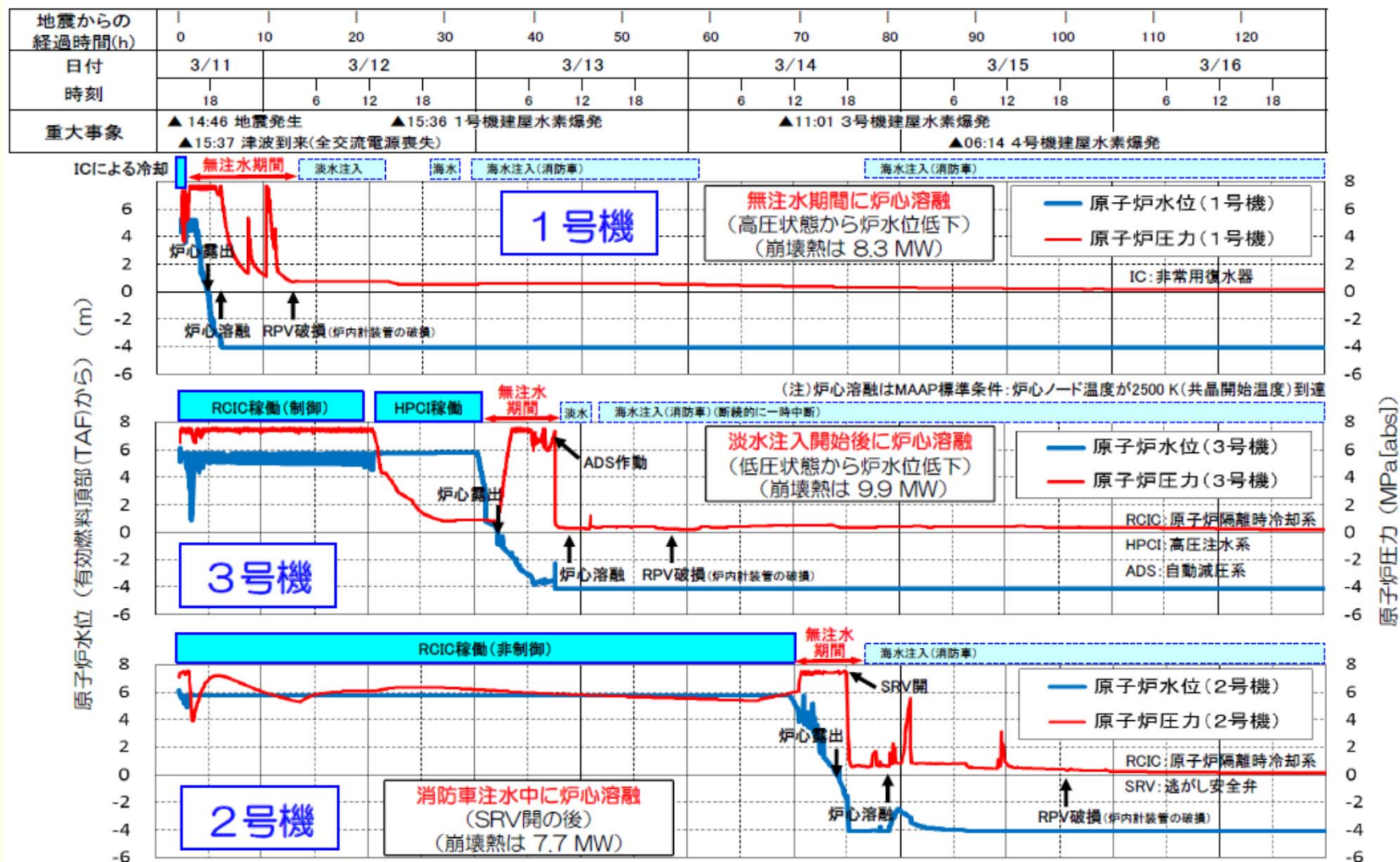


3つの原子炉でのメルトダウンの進展

3. MAAP解析結果の概要(1/2)

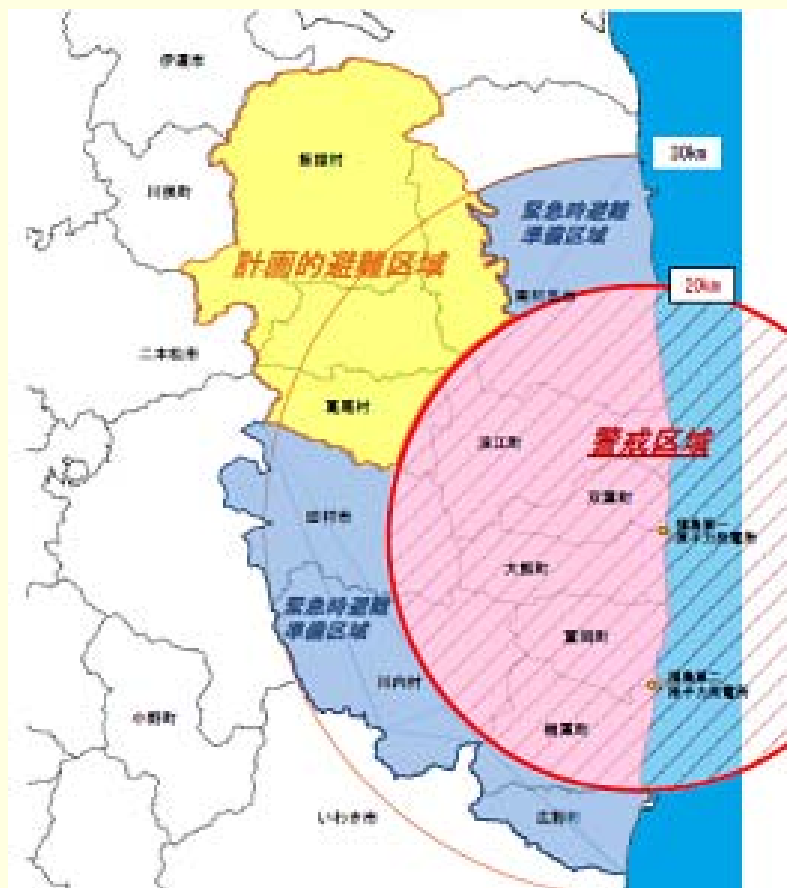
No.9

事故進展の経過（解析条件及び解析結果）

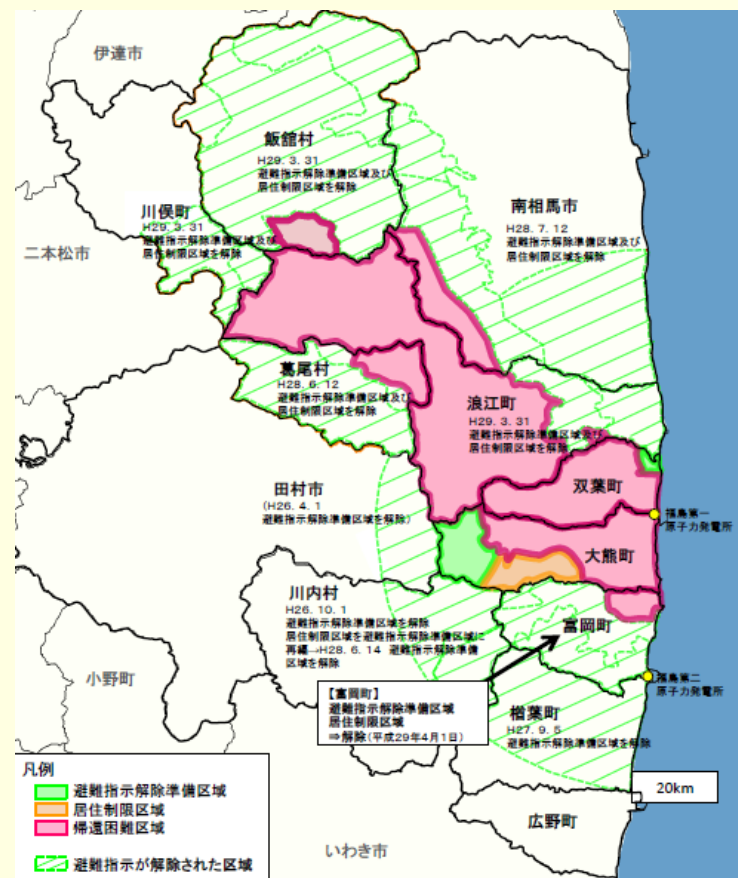


あれから7年

4月22日、飯舘村などが計画的避難区域に指定され、 昨年4月1日、多くの避難指示が解除された



2011年4月22日



2017年4月1日

イチエフ廃炉のロードマップ。

1～3号機廃炉の工程表 ※各号機とも最速で進んだと想定した場合のスケジュール



廃炉完了？

イチエフ構内図

南北3.3km、東西1.5km、約350万平方m

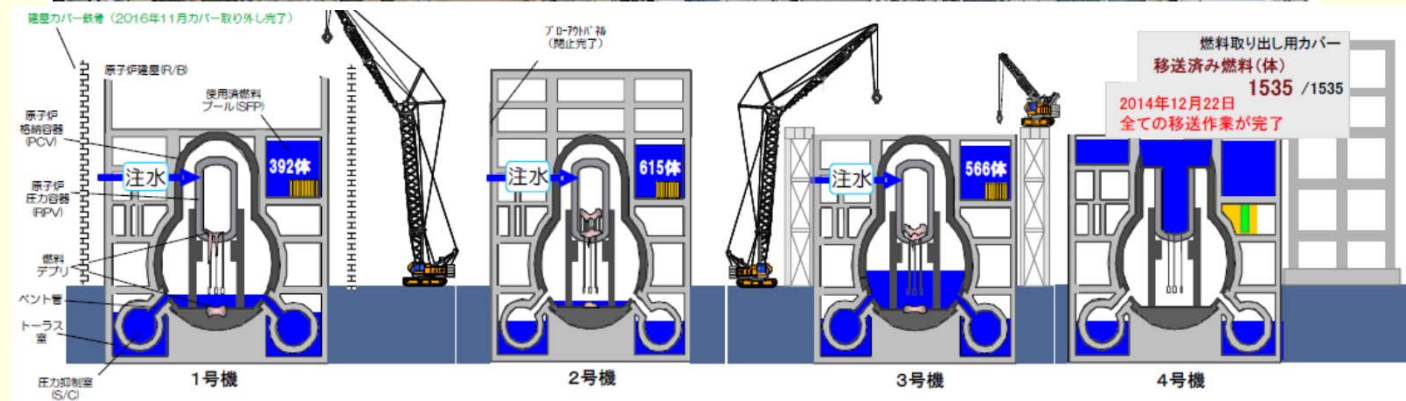
(参考) 福島第一原子力発電所 構内配置図



多核種除去設備 略称 ALPS

問題1：原子炉建屋燃料プールからの 使用済み燃料の取り出し

福島第一原子力発電所1～4号機の被害状況 2011年3月19日



プールの中の
使用済み燃料

302体

615体

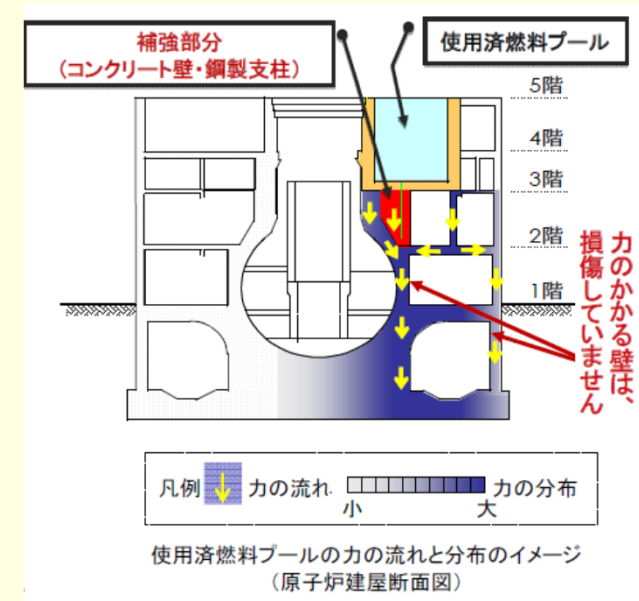
566体

1533体

いちばんやばかった4号機プール

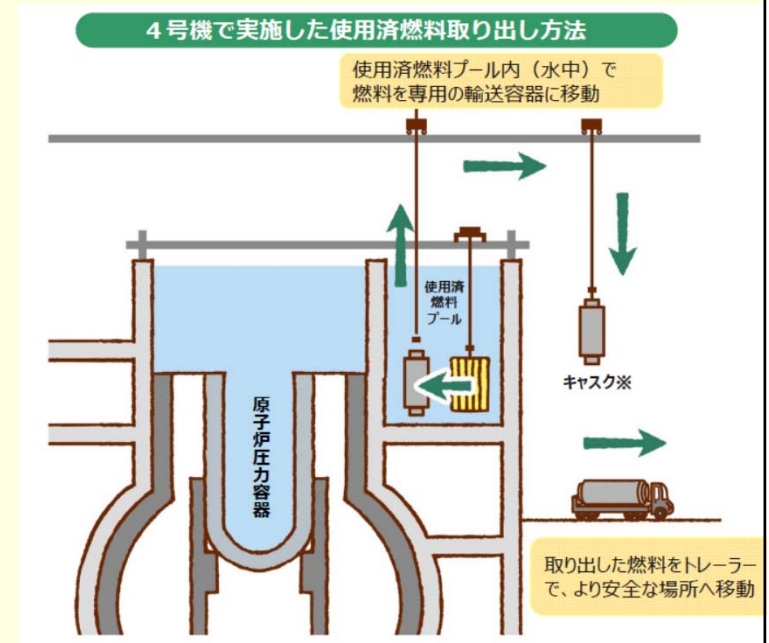


4号機の水素爆発
ではオペレーショ
ンフロア下の階の
建屋も傷んだ



プール下の補強工事

4号機フルの使用済み燃料取り出しが イチエフでの最優先課題だった



2014年12月に取り出し終了．全1533体が共用フル
ル下に運ばれた

3号機の燃料取り出しは今年から

- 燃料取扱機・クレーン関連設備設置工事を2017年9月に着手。
- 燃料取扱機・クレーンの水切り（海上から構内へ搬入）を11月8日に完了。
- 燃料取扱機のガーダ上への設置を11月12日に完了。
- クレーンのガーダ上への設置を11月20日に完了。
- 燃料取扱機・クレーン用電源ケーブル及び制御ケーブルの布設を継続実施中。



燃料取扱機・クレーンの海上から構内に搬入状況
(撮影日2017年11月8日)



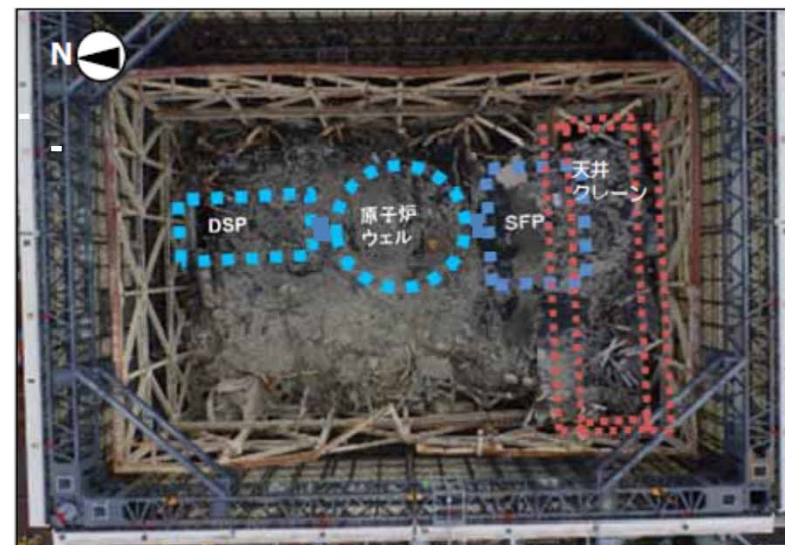
燃料取扱機、ガーダ上への設置状況
(撮影日2017年11月12日)

1号機フルの使用済み燃料取り出し

年度	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	現在								
	▼ ガレキ撤去開始予定 ▼ 防風フェンス取付完了								
	ガレキ撤去等					カバー設置等		燃料取り出し	
	建屋カバー解体等								



※ 防風フェンス取付前の写真を使用



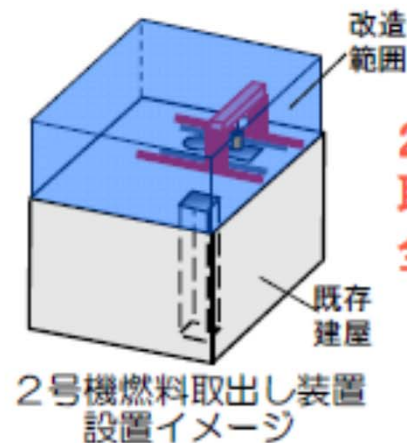
崩落した屋根などガレキの撤去に時間がかかりそう

2号機プールの使用済み燃料取り出しは、まだ具体的な計画にはなっていないようだ

ロードマップ進捗状況：2018年3月1日

- 2号機使用済み燃料取り出しに向けた主要工事
 - ・ 2号機原子炉建屋からのプール燃料の取り出しに向け、原子炉建屋西側にオペフロヘアクセスするための外壁開口の設置を計画しており、準備作業まで完了している。
 - ・ 原子炉建屋屋上の汚染物質除去等を目的に、屋上のガレキや外周部立ち上がり部材等の撤去を2017/12/25に完了。遠隔操作重機作業時のダスト測定用のダストモニタを2018/1/19に設置。遠隔操作重機を用いた、屋根保護層（ルーフブロック等）の撤去作業を2018/1/22より開始。

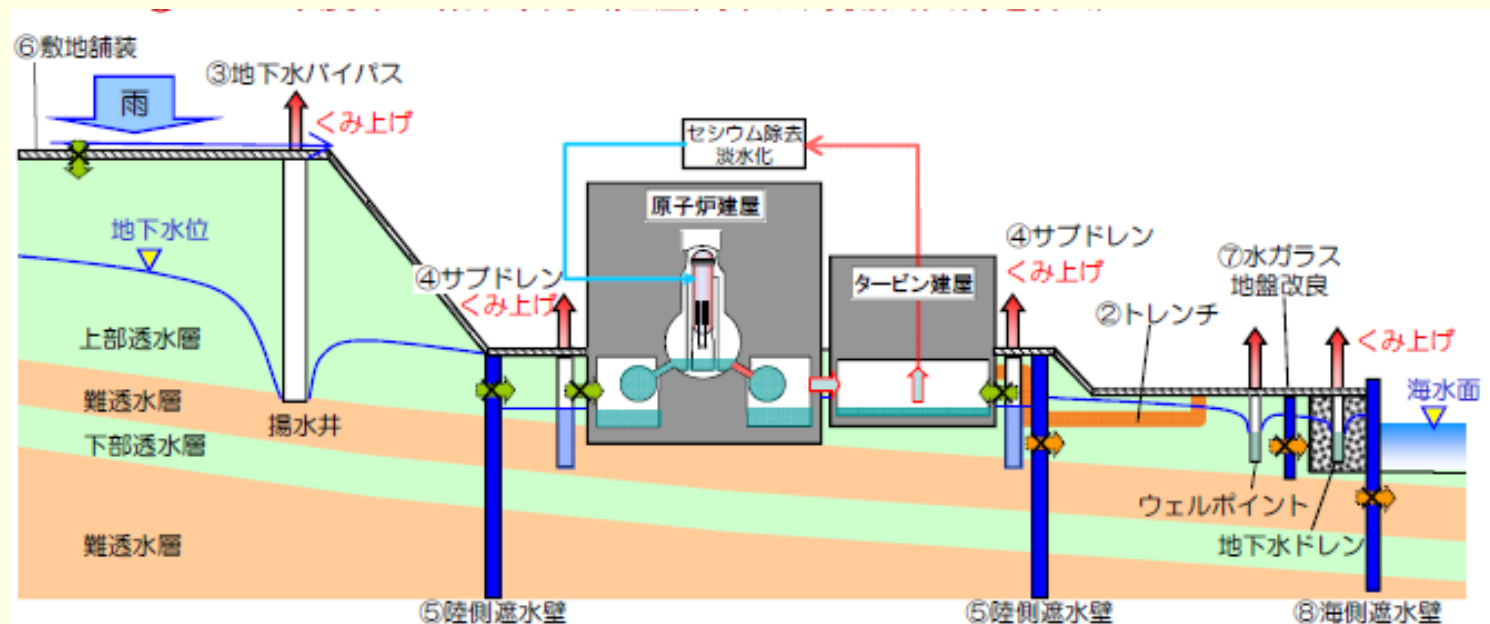
2016年8月 廃炉カンパニー資料



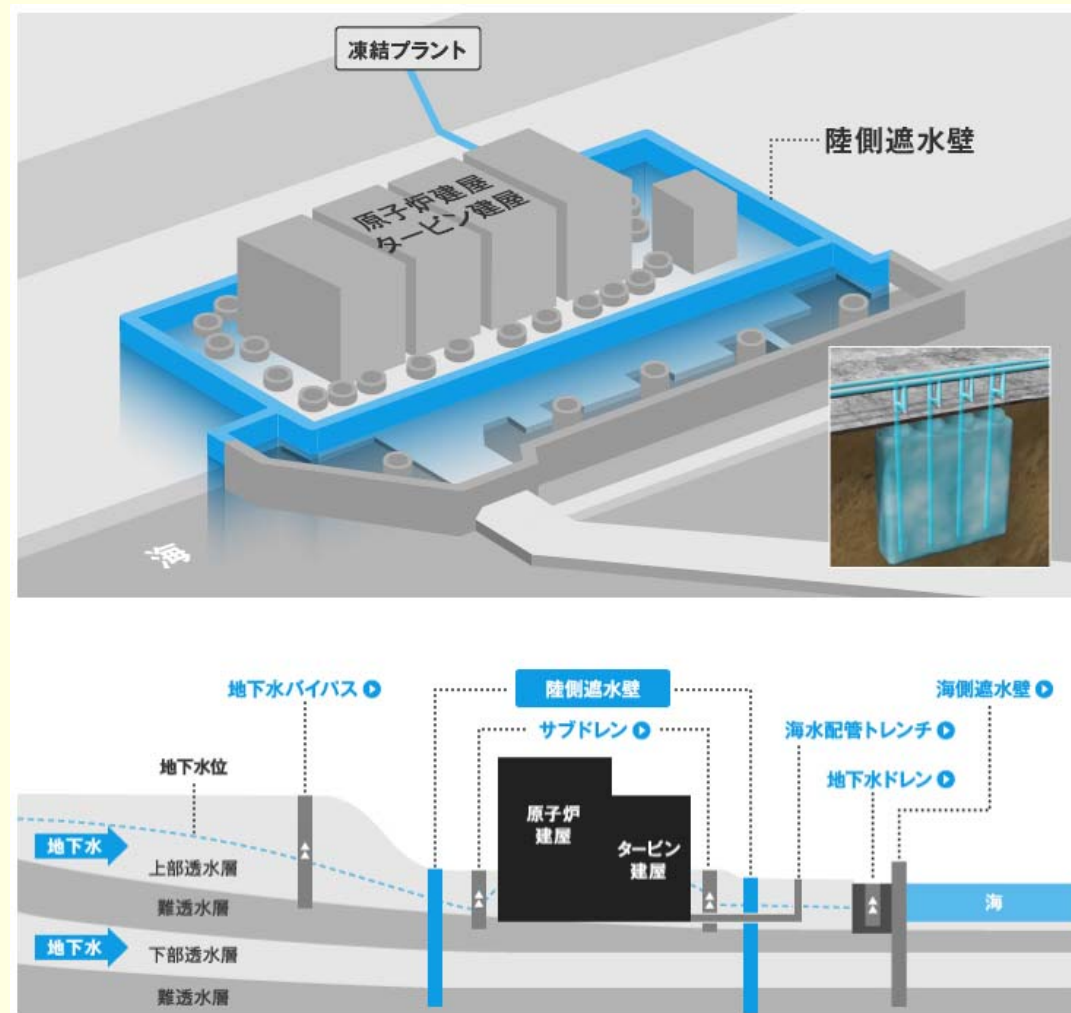
2号機は使用済み燃料及び燃料デブリの取り出しに向けて、原子炉建屋上部を全面解体することが望ましいと判断。

問題2：汚染水問題

今でも毎日100トンを超える汚染水が増加中

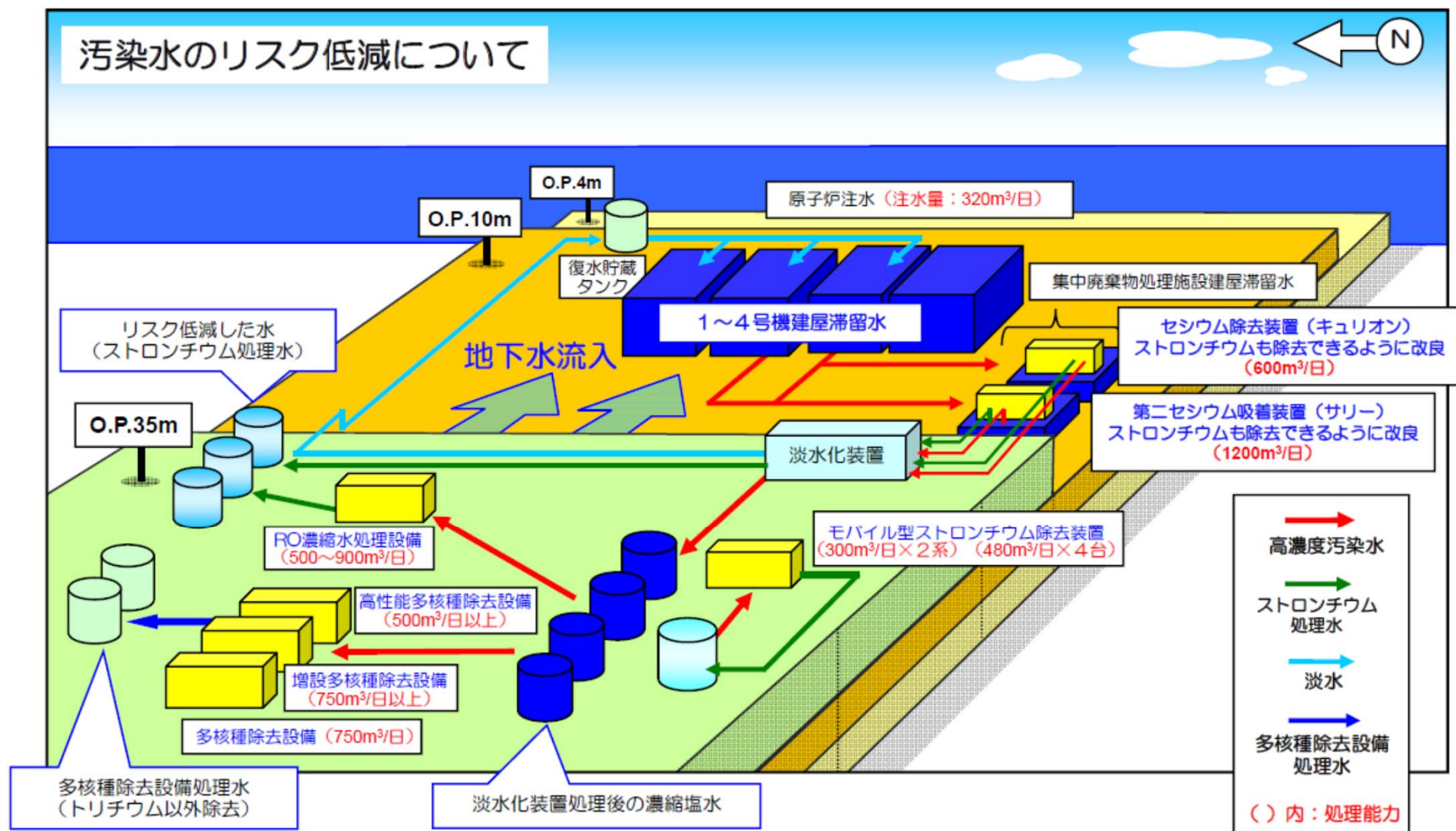


陸側遮水壁（いわゆる凍土壁）



凍土壁は完成したが．．．（報道ステーション 今年3月）

1-2. 福島第一原子力発電所 水処理設備について

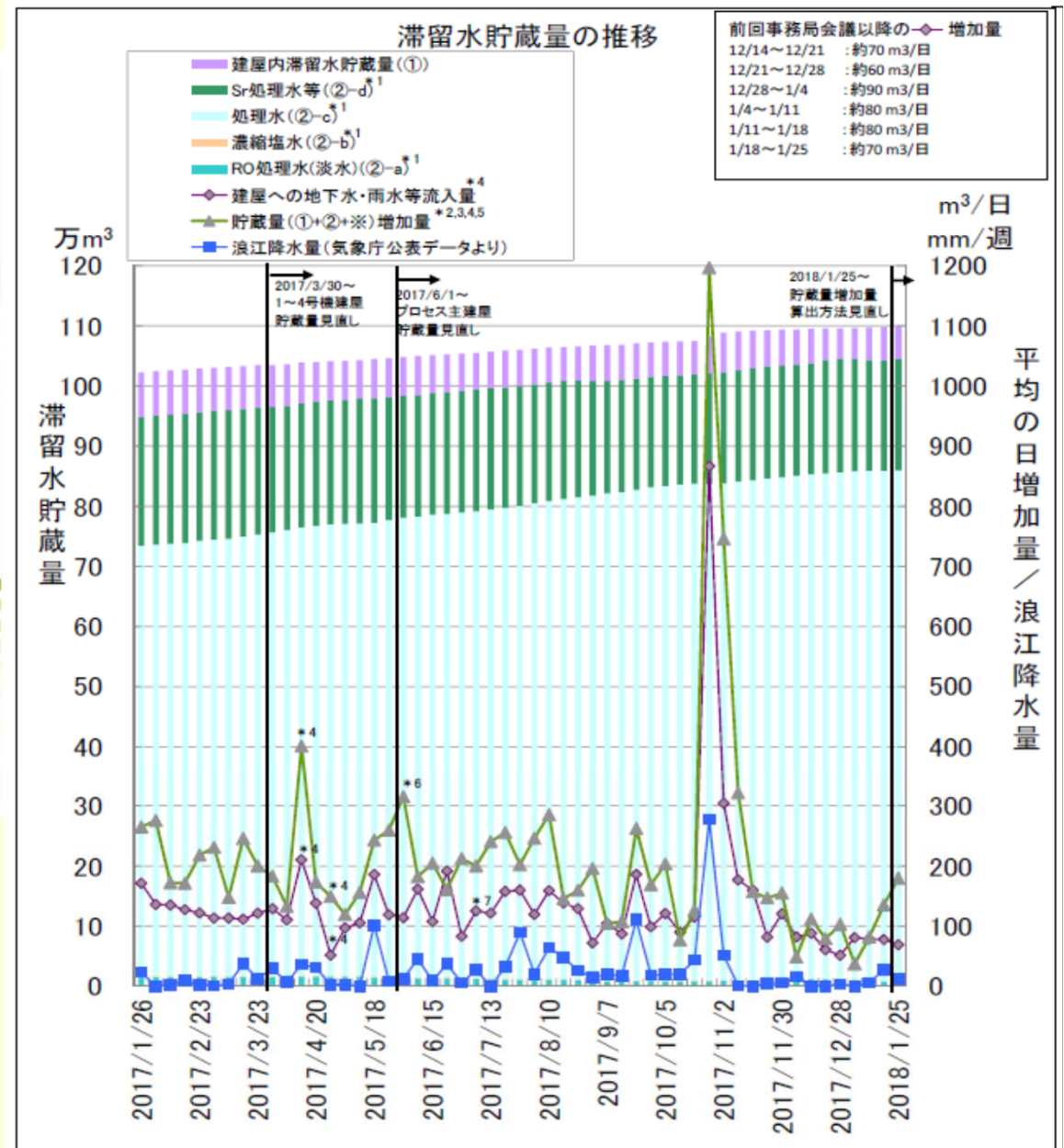


100万トンを超えた汚染水

提供：日本スペースイメージング(株)、(C)DigitalGlobe



汚染水対策のいろいろ



最後に残るトリチウム汚染水

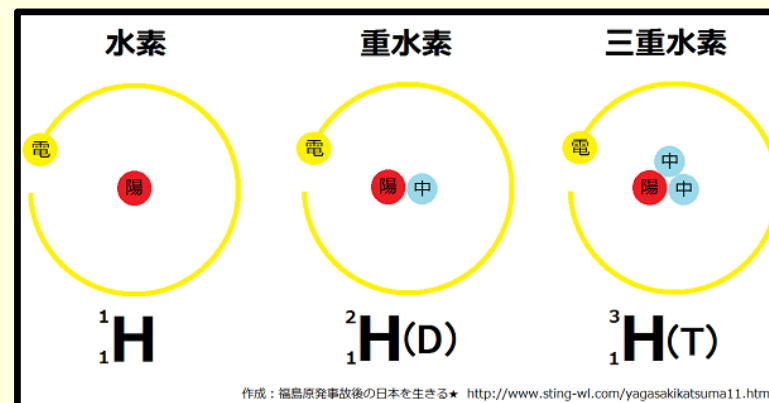
トリチウム (T) とは

水素の同位体

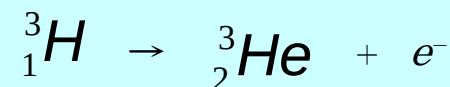
${}^1_1\text{H}$: 普通の水素 (軽水素)

${}^2_1\text{H}$: 重水素

${}^3_1\text{H}$: 三重水素 (トリチウム)



三重水素のベータ崩壊



＜中性子＞が＜陽子＞と＜電子＞に分解し、ヘリウム-3が出来てベータ線が放出される

トリチウム (半減期12.3年) は、セシウム137に比べて放出されるベータ線のエネルギーが小さく (約500keVと約20keV)、体内に滞留する期間が短い (約100日と約10日) ので、原発からの廃水基準値は緩くなっている (90Bq/Lと6万Bq/L)。

トリチウム（T）の特徴

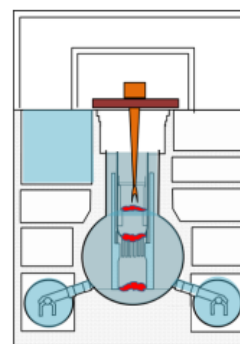
- 半減期12.3年で、ベータ崩壊によりヘリウム-3に変化
する際に弱いベータ線（平均5.7keV）を放出する。ガ
ンマ線は出さない。
- 化学的に水素と同じなので、大部分は水（トリチウム水
：HTO）の形で、一部は有機物に結合（有機物結合型：
OBT）して存在する。
- ベータ線のエネルギーが小さく、体内に滞留する平均期
間が短い（約10日）ので、原発からのトリチウム水の
廃水基準値は緩くなっている（6万Bq/L）。セシウム
137は90Bq/Lで、ストロンチウム90は30Bq/L。
- 廃水基準値は緩いが、同じ内部被曝量では、放射性セシ
ウムに比べ健康影響は大きい。

（責任のない） 今中の提案

- **汚染水はコンクリートで固めて、福島第1原発の敷地にピラミッドのようなモニュメントを作り、300年間管理しよう**
 - **骨材にフレコンバッグにたまっている汚染土砂を用いると一石二鳥**

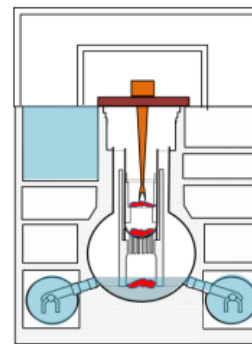
300年経つと、トリチウムは1000万分の1に、セシウム137は1000分の1になる。

問題3：燃料デブリの取り出し



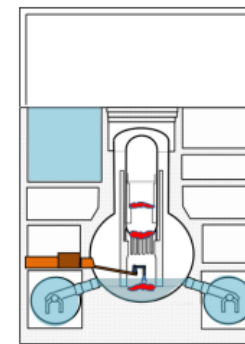
冠水-上アクセス工法

燃料デブリ上方の炉内構造物取り出しが完了していることを前提としたイメージ



気中-上アクセス工法

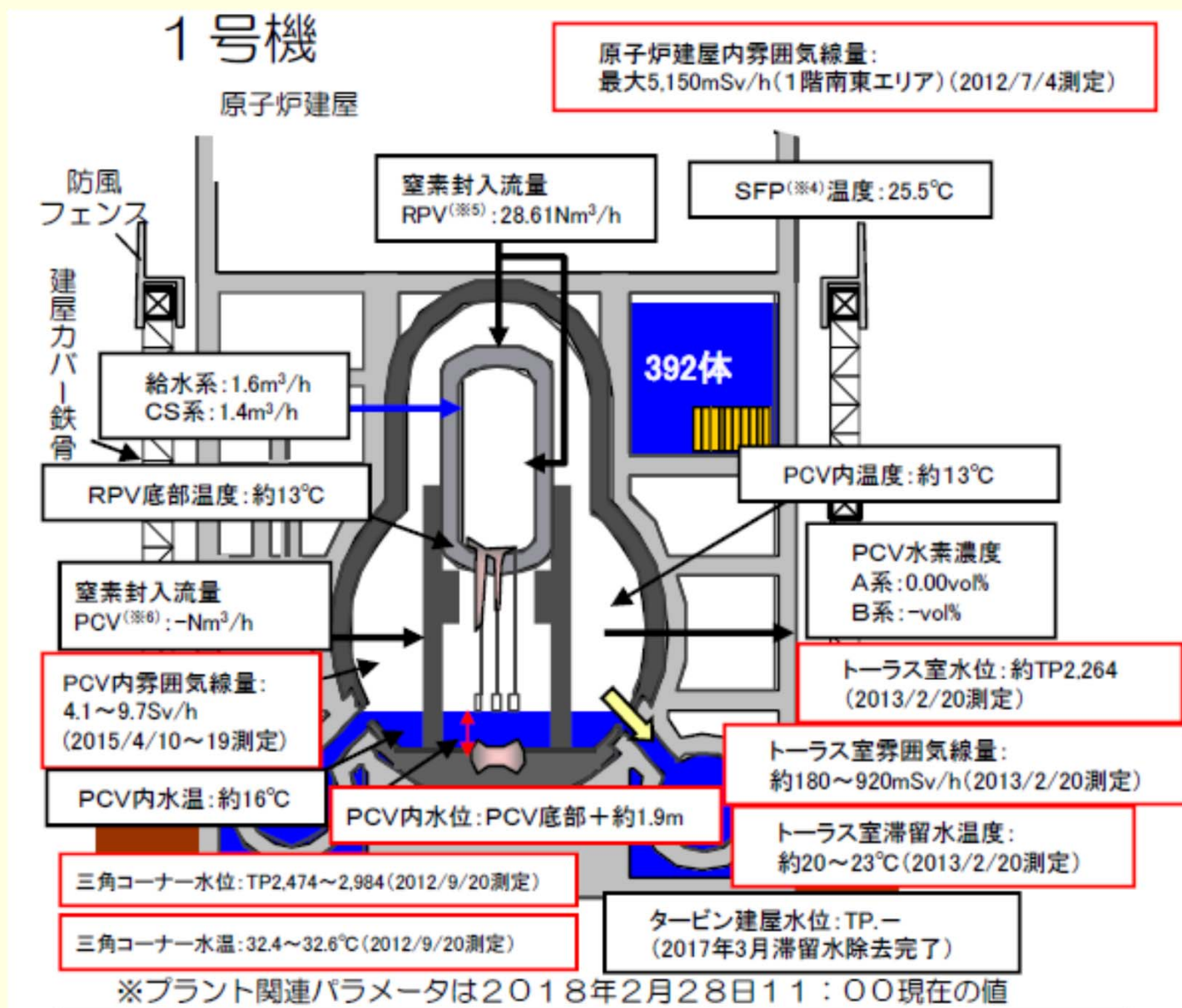
燃料デブリ上方の炉内構造物取り出しが完了していることを前提としたイメージ



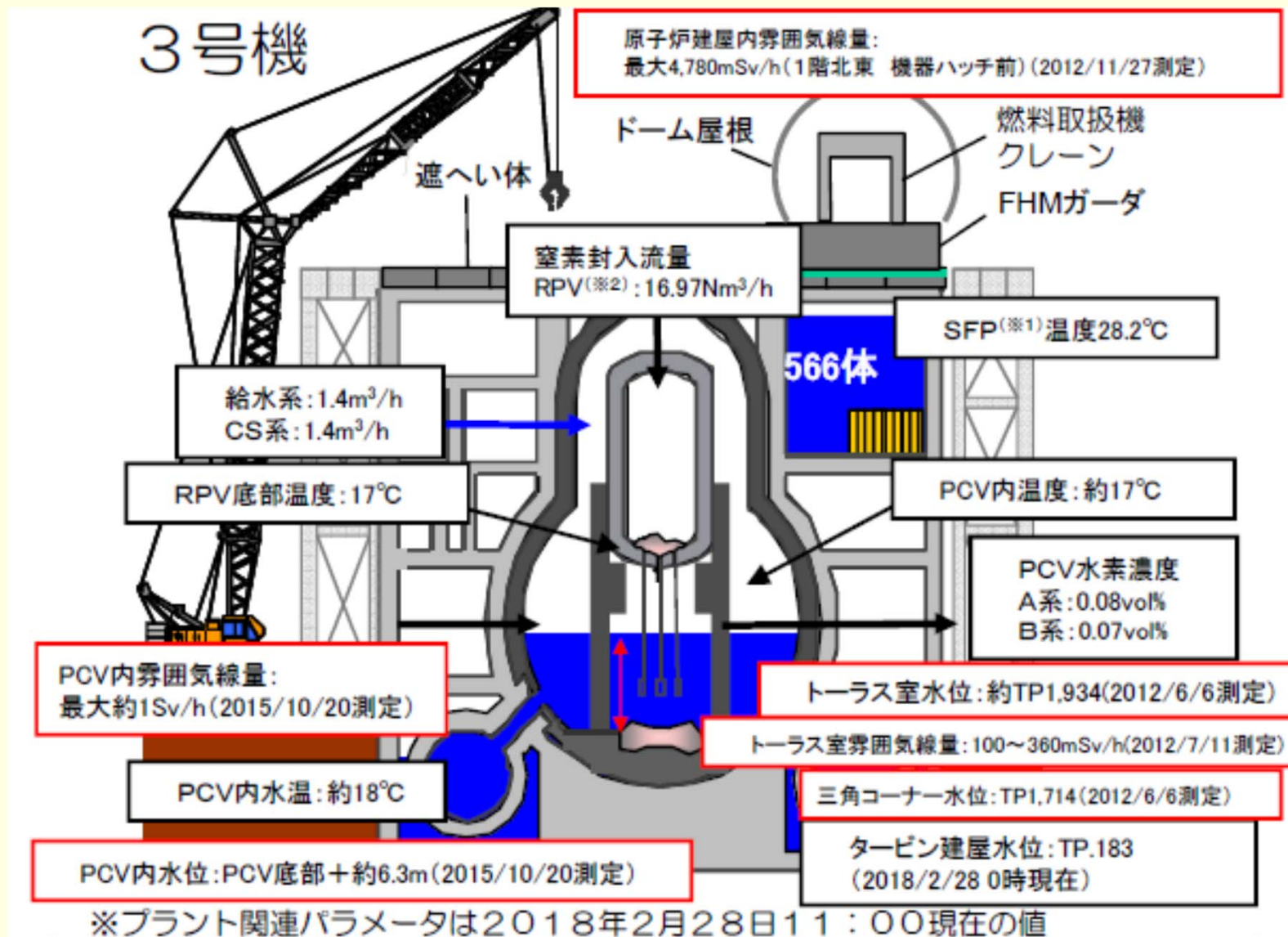
気中-横アクセス工法

PCV内RPVベデスタル外側の機器、干渉物撤去が完了していることを前提としたイメージ

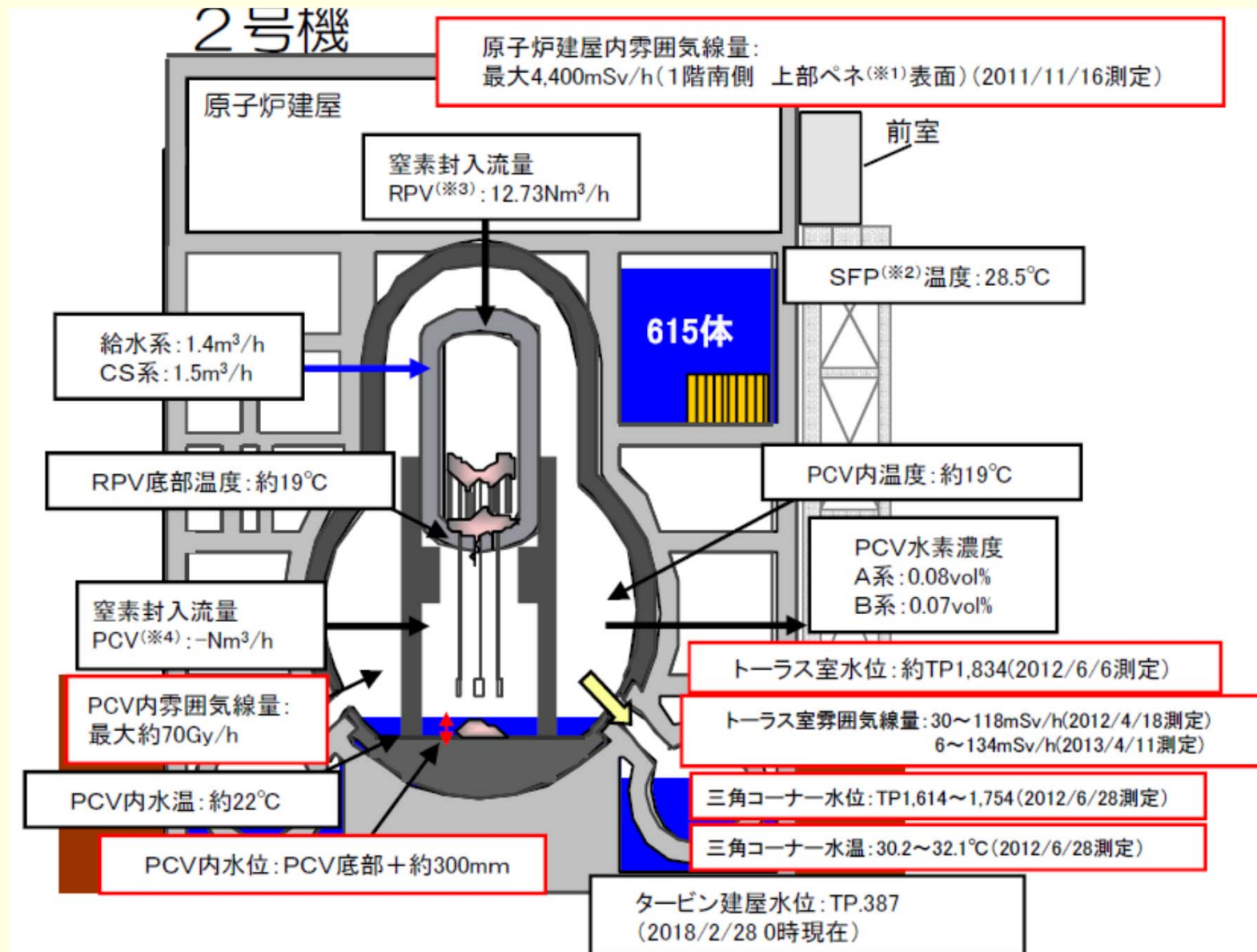
1号機内部の調査：2017年3月、2018年1月



3号機内部の調査：2017年7月、2018年2月



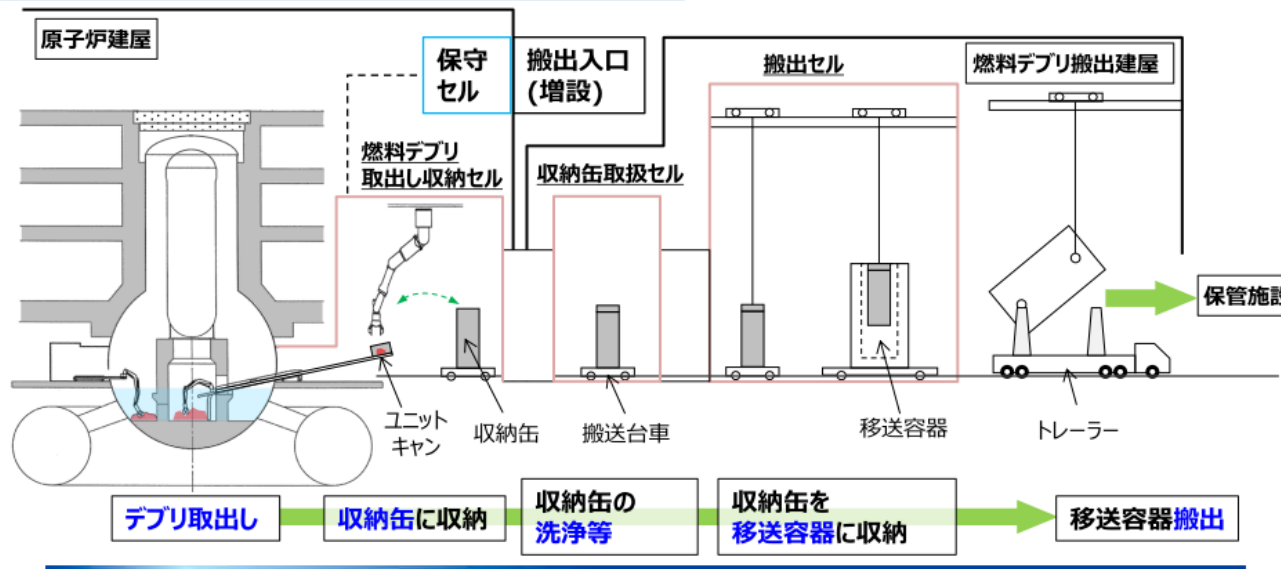
2号機内部の調査：2018年1月



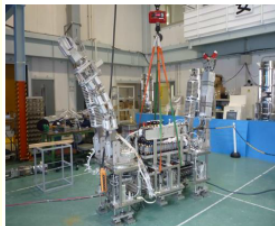
※プラント関連パラメータは2018年2月28日11:00現在の値

取り出し工法案はいろいろあるが. . .

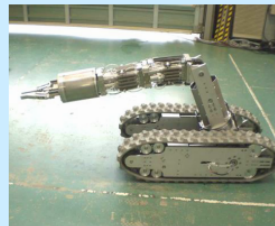
移送方法（気中-横アクセス工法の場合：例）



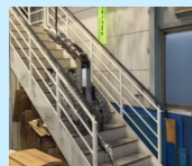
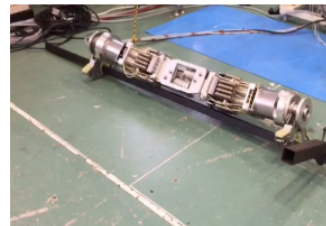
試作機 タイプⅠ
寸法：全長1800mm
幅630mm
高さ1000mm
重量：約690 k g



試作機 タイプⅡ
寸法：全長2750mm
幅590mm
高さ350mm (胴部)
重量：約220 k g



試作機 タイプⅢ
寸法：全長1635mm
幅430mm
高さ185mm (胴部)
重量：約64 k g



階段走行試験



コンクリート破碎試験



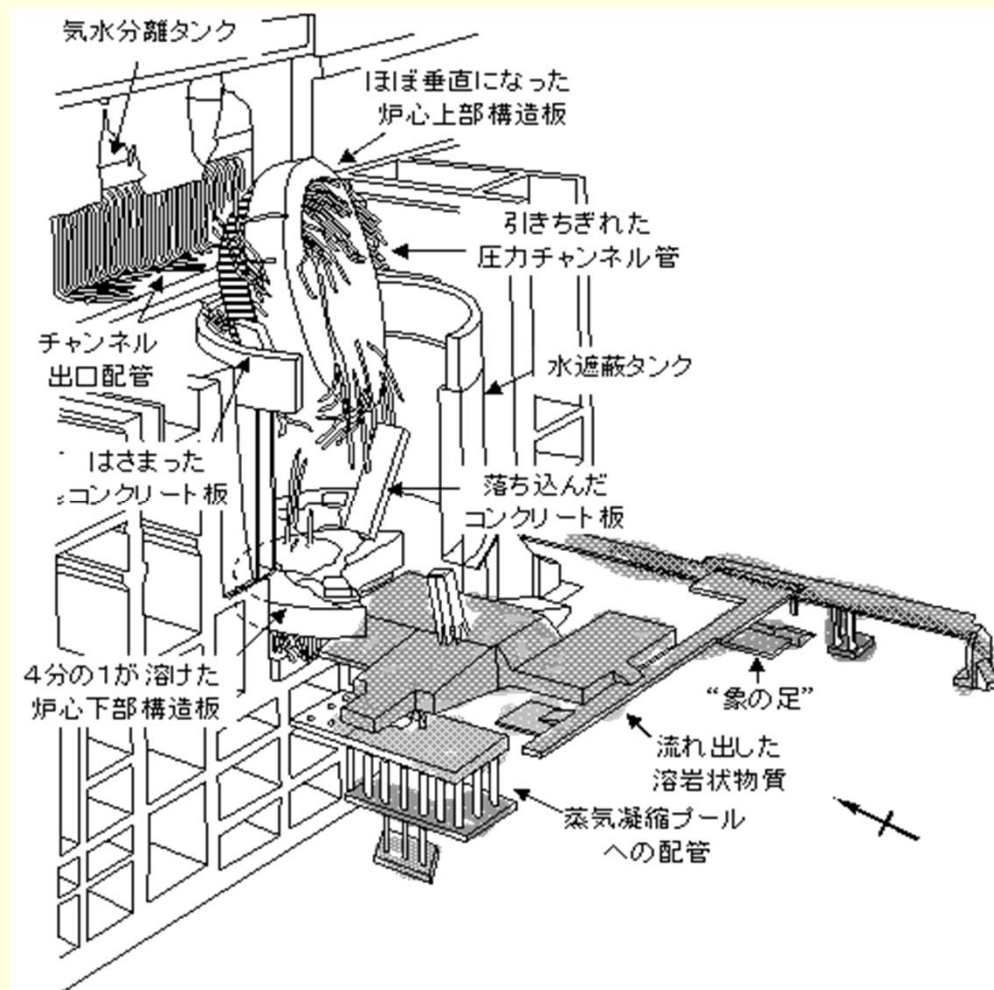
把持動作



模擬バルブ開閉

チェルノブイリより大変だ

チェルノブイリは水が少ない



まとめ

- **そもそも、何をもって廃炉とするか明らかでないが、イチエフの後始末が終わって、イチエフが更地になることはありえない。**
- **燃料デブリの現場検証がはじまったばかりで、「廃炉にむけてのロードマップ」は“絵に描いた希望”に過ぎない。**
- **イチエフの最大の問題は、燃料デブリと地下水が接触して汚染水が増え、さらに太平洋で出て行く恐れにある。**
- **汚染水が増えず、汚染水が海に流れないようにできれば、デブリの取り出しをあわてることもないだろう**

おわりに、福島とモリカケ問題を 眺めてきて言いたいこと

○発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針について

〔昭和52年6月14日〕
〔原子力委員会〕

一部改訂 平成元年3月27日 原子力安全委員会

指針9. 電源喪失に対する設計上の考慮

長期間にわたる電源喪失は、送電系統の復旧又は非常用ディーゼル発電機の修復が期待できるので考慮する必要はない。

日本が民主主義の国なら、公権力の意志決定や執行に責任のある人物に、インチキや不作為の疑いがある場合には、すみやかに審問を行い、刑事責任を問うシステムが必要である。

ご静聴ありがとうございました！