

廃炉・汚染水対策に関する 東京電力の取組

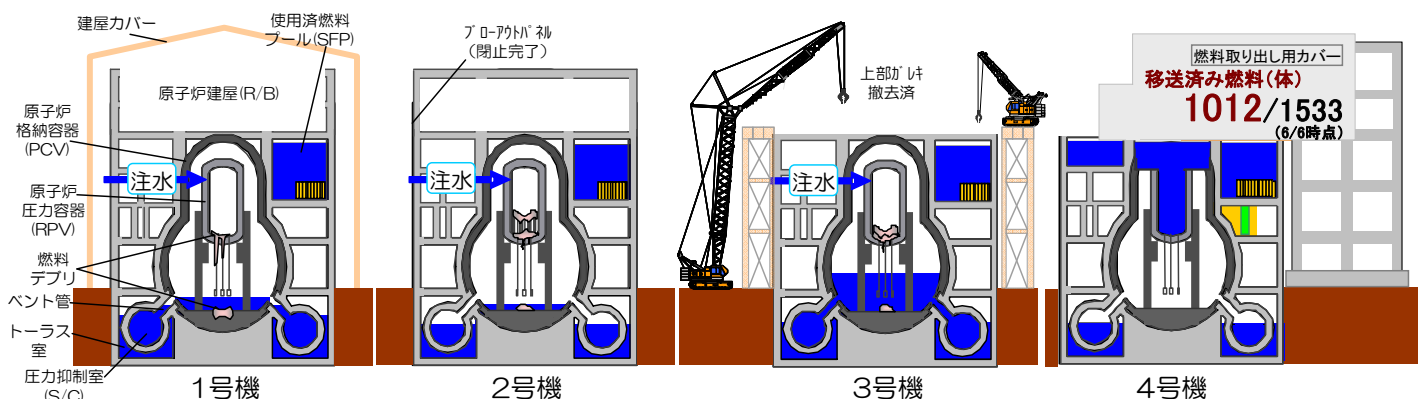
2014年6月
東京電力株式会社



1. 福島第一原子力発電所の現状(原子炉や建屋の状況)

1

- 1・2・3号機: 溶融した炉心燃料(燃料デブリ)に注水し、冷温停止を維持(至近1ヶ月で約15°C~約40°C)
- 燃料デブリ取出のため、除染および冷却水漏えい箇所を調査中
- 燃料プールからの燃料取出実施中(4号機:約66%完了)



2014年6月6日 11:00 現在

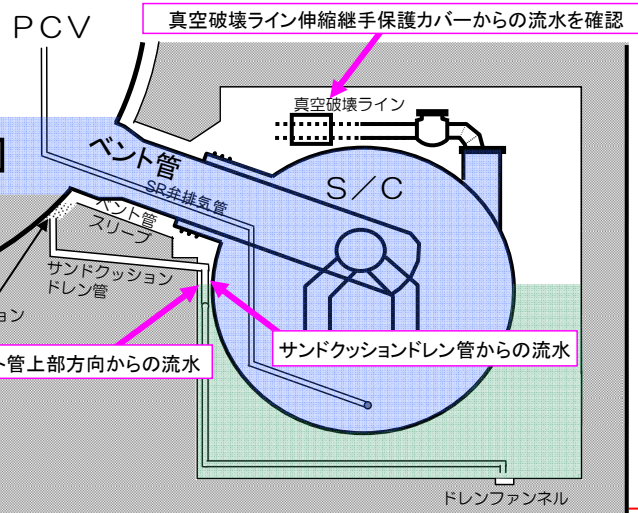
圧力容器底部温度		格納容器内温度		燃料プール温度		原子炉注水量	
1号機	約23°C	1号機	約24°C	1号機	約24°C	1号機	約4.4m ³ /h
2号機	約33°C	2号機	約33°C	2号機	約23°C	2号機	約4.2m ³ /h
3号機	約30°C	3号機	約29°C	3号機	約22°C	3号機	約4.4m ³ /h
4号機	—	4号機	—	4号機	約23°C	4号機	—

1. 福島第一原子力発電所の現状(1号機燃料デブリ関連調査)

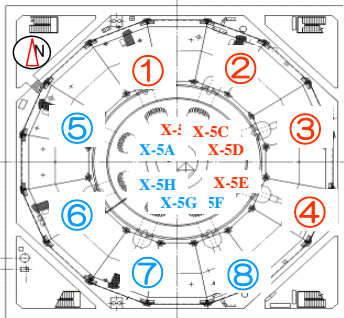
- 1-3号機の格納容器を冠水し、上部から遠隔装置を用いてデブリを取り出す計画
- 格納容器(PCVおよびS/C)冠水に先立ち、底部の漏えい箇所を特定し補修(止水)する予定
- 1号機: 格納容器(PCV)内に水位計を投入し、水位を確認(底部+約2.8m)
- 格納容器(S/C)の漏えい箇所を確認すべく、水上ボートを遠隔操作しカメラ映像にて調査
- サンドクッションドレン管が外れそこから流水があること(①)、ベント管のS/C上部方向より、水がS/C表面を流れ落ちていることを確認(④) (2013/11/13-14)
- S/C上部の調査を実施し、真空破壊ライン伸縮継手保護カバーからの流水を確認

④ベント管の上部方向より

トラス室滞留水面への流水を確認

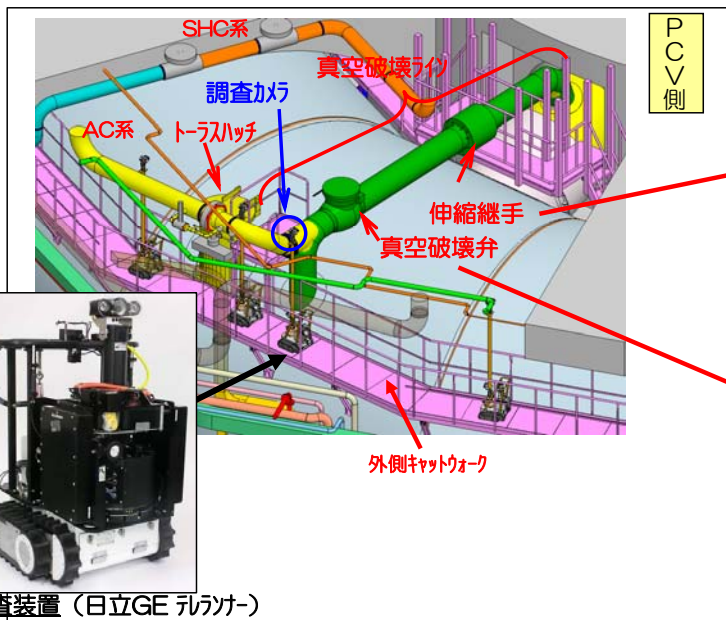


①サンドクッションドレン管が外れており、そこからの流水を確認



1. 福島第一原子力発電所の現状(1号機燃料デブリ関連調査)

- 資源エネルギー庁補助事業「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術の開発」で開発中のS/C上部調査装置を投入し、外側歩廊(キャットウォーク)から調査を実施
- 真空破壊ラインの伸縮継手保護カバーからの漏えいを確認(2014/5/27)
- 真空破壊弁等には漏えいは確認されなかった
- 調査結果を今後の格納容器水張りに向けた調査および補修(止水)計画に反映していく。



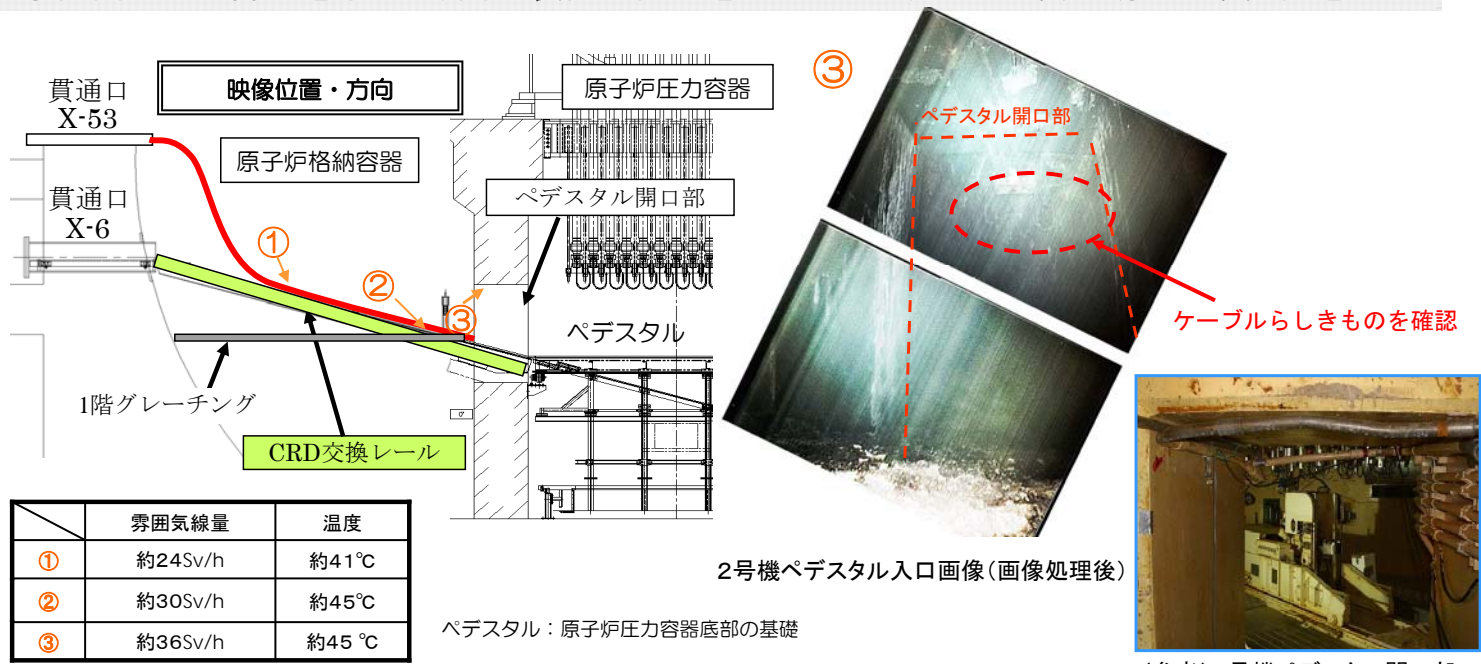
調査装置(日立GE テラナ)



S/C上部調査イメージ図

1. 福島第一原子力発電所の現状(2号機燃料デブリ関連調査)

- 燃料デブリの位置等、格納容器内の状況把握のため、ペDESTALの内側の調査を実施予定
- 調査に先立ち、貫通口から装置(カメラ、線量計、温度計)を挿入し、CRD交換レールの状況等を調査(2013/8/12)
- ペDESTAL開口部近傍まで調査できたが、堆積物等の干渉により、内側の確認はできなかった
- 事前調査での課題を踏まえ、調査装置の開発を進めており、2014年度下期に現場実証を計画



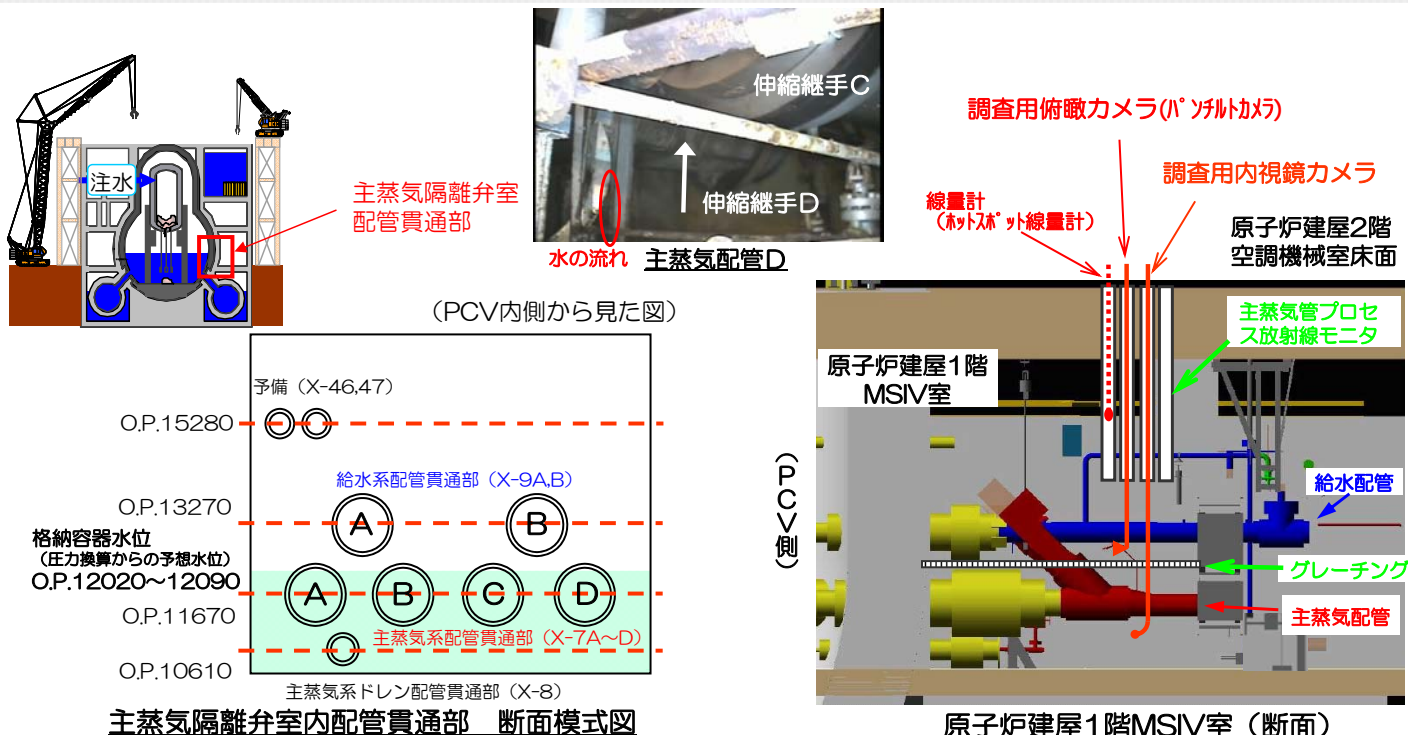
2号機ペDESTAL入口画像(画像処理後)



(参考)5号機ペDESTAL開口部

1. 福島第一原子力発電所の現状(3号機燃料デブリ関連調査)

- 3号機: 格納容器圧力等から水位を想定(底部+約6.5m(O.P.12020~12090))
- 原子炉建屋1階床面に、格納容器からの漏えい水を確認、漏えい箇所(主蒸気隔離弁室)の上部よりカメラを挿入し、主蒸気系配管(D)の伸縮継手部より水の流れを確認(2014/5/15)



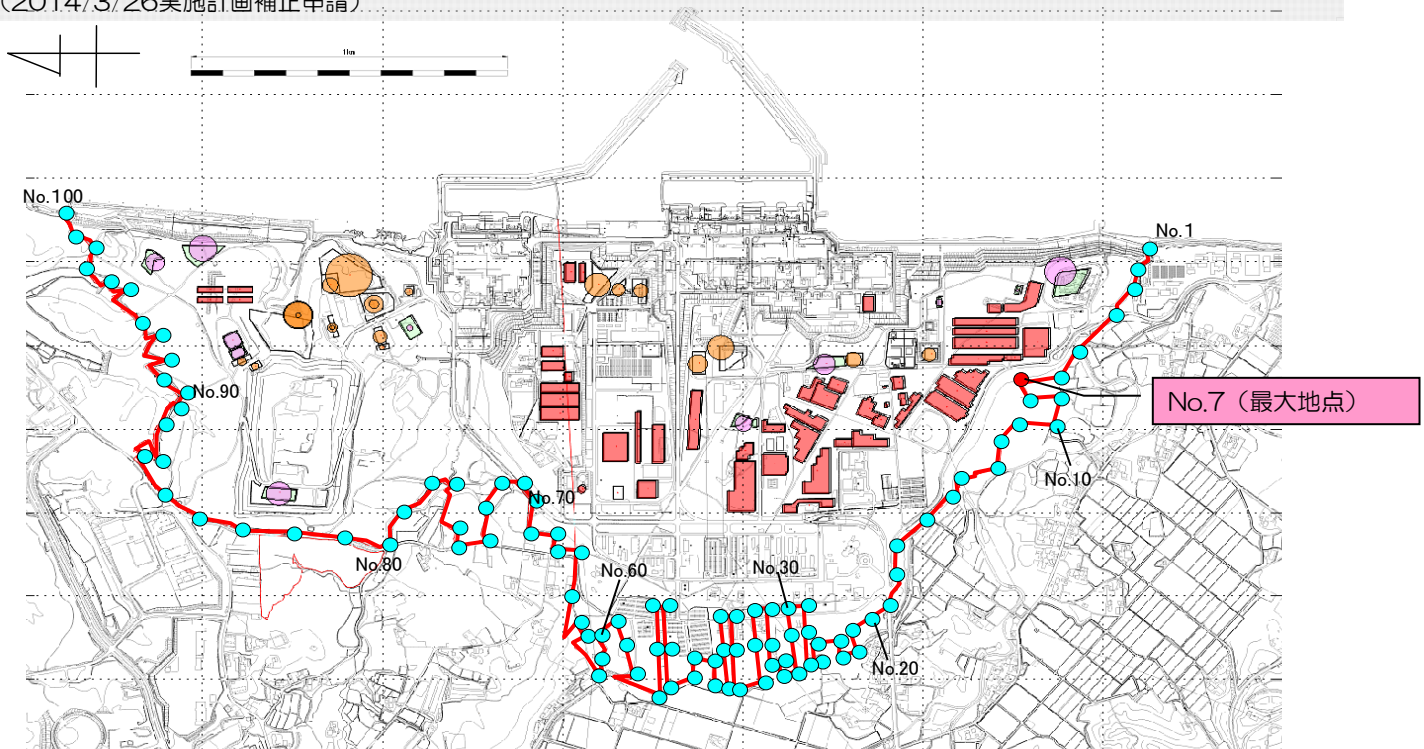
主蒸気隔離弁室内配管貫通部 断面模式図

原子炉建屋1階MSIV室(断面)

【補足】主蒸気管プロセス放射線モニタは、給水配管A/Bや主蒸気配管B/Cの間に位置する。

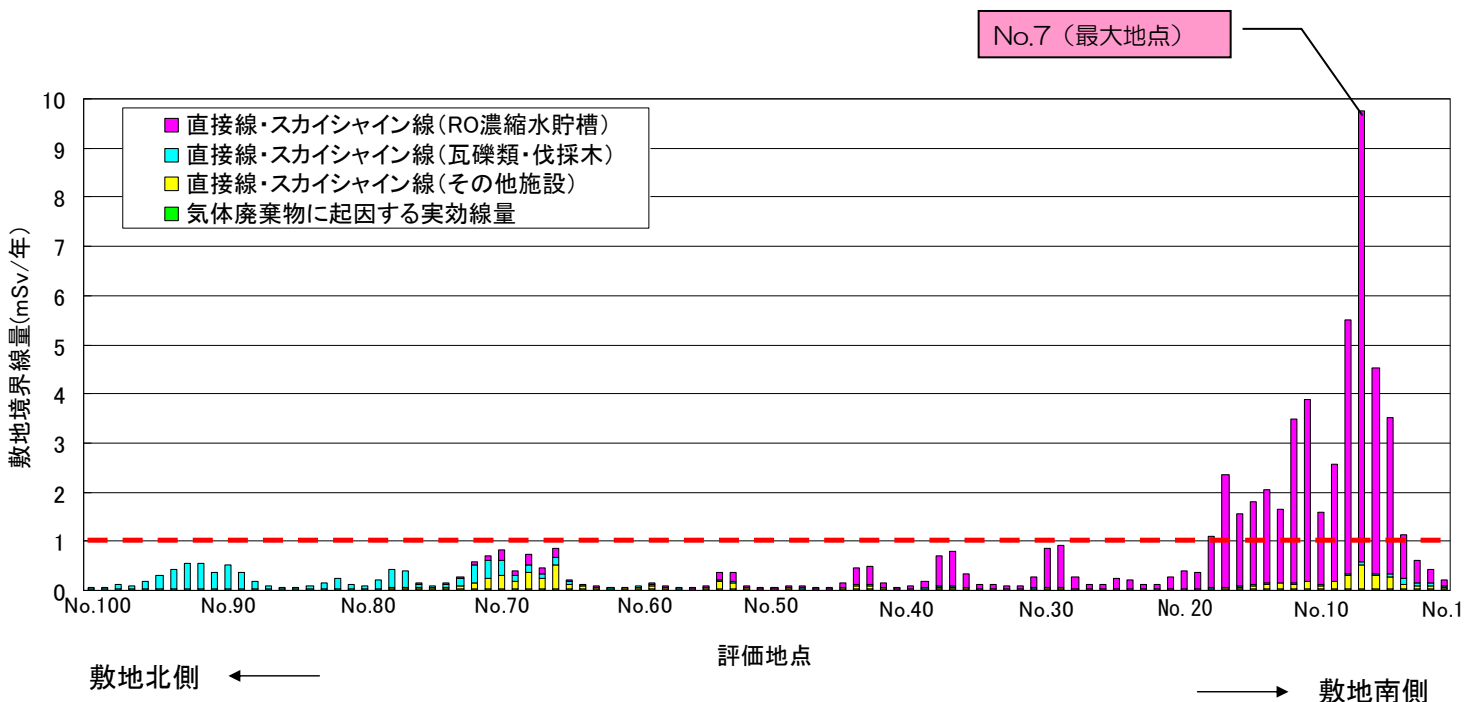
2. 敷地境界実効線量の低減

- 敷地境界上に100点の評価点を設けて評価を実施
- 最大地点 (No.7) における実効線量は9.76mSv/年
(2014/3/26実施計画補正申請)



2. 敷地境界実効線量の低減

- 敷地境界の評価点 (100地点) における敷地境界線量は以下の通り。
- 敷地南側は、主に汚染水貯蔵タンクの影響、敷地北側は主に瓦礫類・伐採木の影響



【目標達成に向けた対策】

(1) 気体廃棄物：

燃料取り出し用カバーの設置、排気設備の設置及び放射性物質の飛散抑制剤の散布等により、放出量の低減及び測定精度の向上を図る。

(3号機ガレキ撤去における飛散防止剤散布、複数点での24時間モニタリング等を実施)

(2) 液体廃棄物等：

① 評価手法の確立 (H26年内)

② 排水路等の状況改善 (排水路の清掃、道路の清掃、敷地の除染)

(1～4号機・タンクエリア回り (実施中)：～H26年度末、5・6号・敷地西側：～H27年度末)

③ 適切な管理のための設備対策 (汚泥の流出抑制、排水路流量計の設置) を実施

(1～4号機・タンクエリア回り：～H26年度末、5・6号・敷地西側：～H27年度末)

(3) 敷地内各施設からの直接線ならびスカイシャイン線による実効線量：

・ タンク内の汚染水の多核種除去を実施

・ 実態に合わせた線源条件の見直しを実施

・ 保管エリアの受け入れ上限値 (表面線量率) の変更 (H26.9)

(高線量ガレキ受け入れエリアを整備中)

・ 新規設備等については適切な遮へい設計を行い、可能な限り実効線量を低減



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

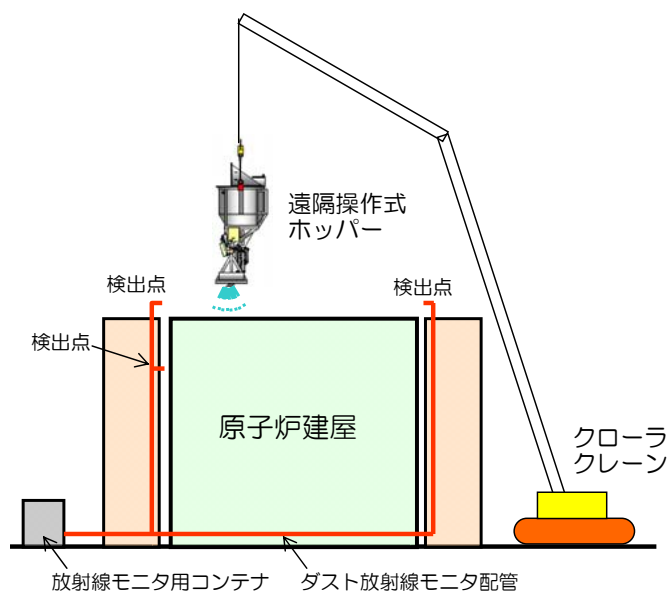
2. 敷地境界実効線量の低減

【対策例：3号機除染作業中の飛散防止対策とモニタリング強化による早期検知】

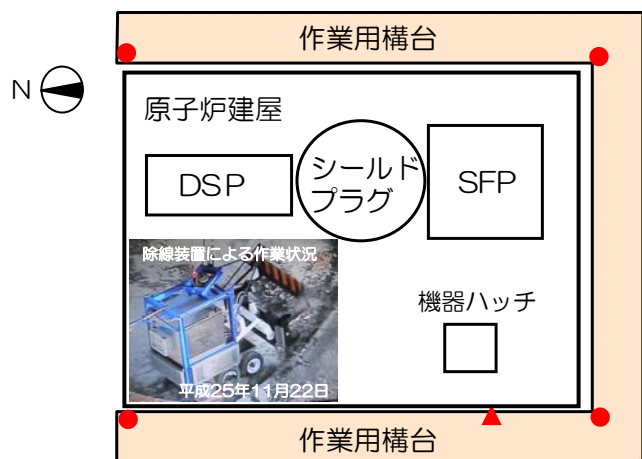
気体廃棄物の放出抑制のため、以下の対策を実施。

(1) ダストの飛散を抑制するため、作業前後に飛散防止剤を散布。

(2) 建屋外側の作業用構台にダスト放射線モニタを設置し、放射性ダストを常時監視。警報が発生した場合は、速やかに作業を中断。



飛散防止剤の散布イメージ



●：ダストモニタリング位置 (5階レベル)
▲：ダストモニタリング位置 (4階レベル)

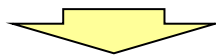
ダスト放射線モニタ検出点の平面配置



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

未確認・未解明事項の調査・検討の目的

福島第一原子力発電所事故の「事実」を明らかにすることで
日本の、そして世界中の原子力発電所の安全性向上に役立てる



事故の当事者である原子力発電事業者の責務として
事故の全容解明を希求

廃炉に向けた課題の解決、知見の蓄積

柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の
精度向上と安全性の強化

概要(未確認・未解明事項の考え方)

幅広い観点で整理
下記の2つの範囲で未確認・未解明事項を設定

(対象期間:平成23年3月末程度)



炉心・格納容器の状態、事故進展の
大きな流れの把握

例1)原子炉隔離時冷却系の機能が
喪失した原因

例2)事故時の観測事実が一部
説明できない点

等、当社が解明できていない課題



事故進展をより詳細に理解・評価
するために必要な情報の把握

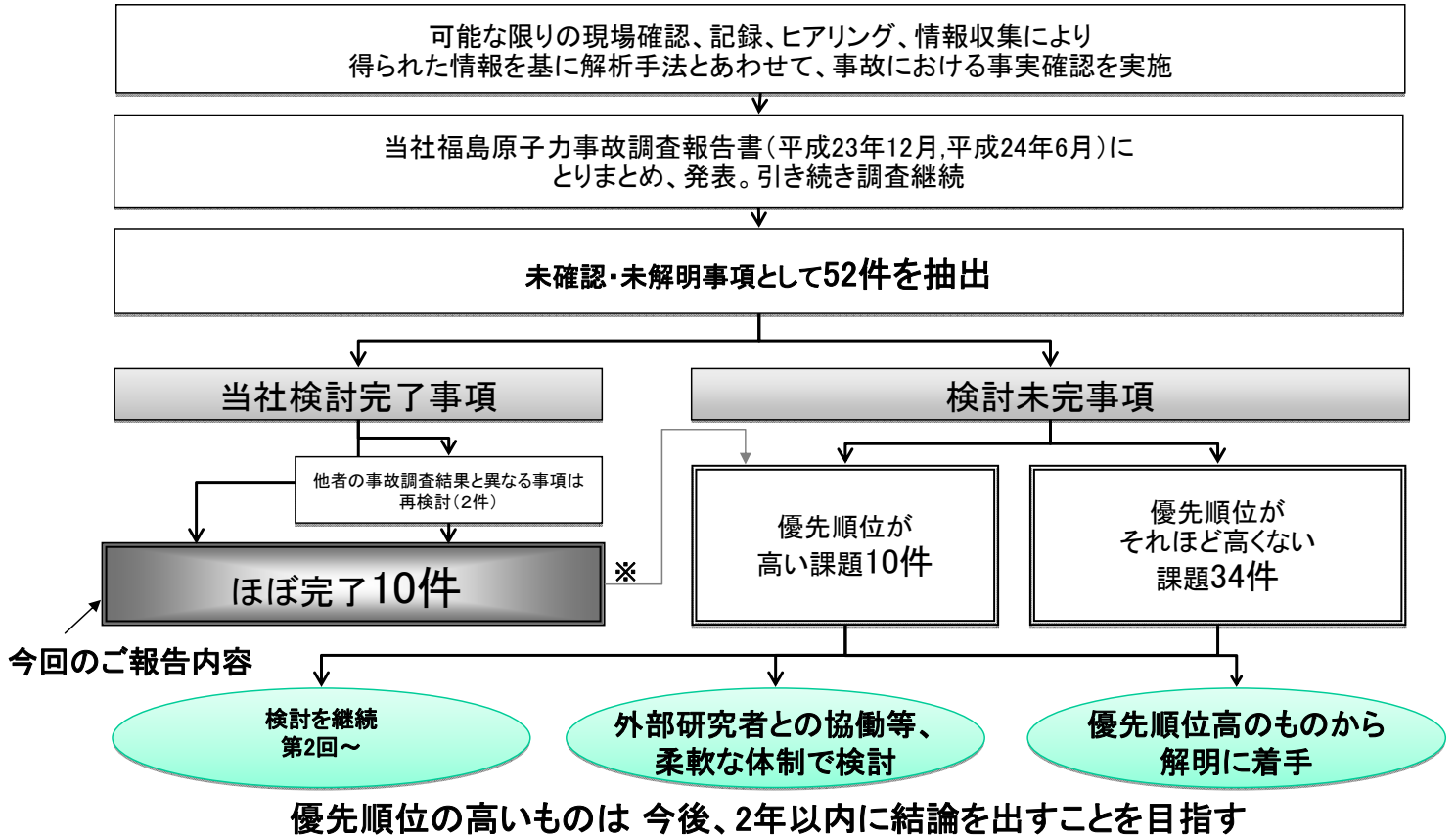
例)2号機での残留熱除去系の
津波到達前後の状態確認

【理由】

このシステムの冷却状況の確認が必要であり、
また、事故防止につながる知見が得られる
等、安全性向上に寄与する可能性もある

注)発電所外への放射性物質の放出に関する課題については、平成24年5月公表の報告書「福島第一原子力発電所事故における放射性物質の大気中への放出量の推定について」を基本とし、今回は、事故の進展の理解に役立つものに限定了。

概要(整理・課題の抽出および検討の方向性)



概要(第1回進捗報告の概要)

第1回の調査結果のうち、ほぼ検討が完了した10件の中から、事故を理解する上で重要と考える下記の5件について概要を示す。

●「冷やす」機能を失った主な原因は地震ではないのか？

* 波高計の記録や、各種計算機に記録されたデータ、津波来襲状況を撮影した連続写真等から、海水系ポンプや非常用発電機が津波により機能喪失したことを解明

●1号機原子炉建屋での出水は地震を原因とした重要設備からの水漏れではないか？

* 図面調査や目撃証言、プラントデータ等から、1号機原子炉建屋4階での出水事象は使用済燃料プールからダクトに入り込んだ水によるものと解明

●消防車からの注水を実施したが、原子炉が十分冷却されなかった理由は？

* 配管図面等から、消防車から原子炉への注水が一部他システムに流れ込んでいた可能性を確認、実際の注水量の評価や事故進展への影響は今後検討

●3号機高圧注水系手動停止時刻と原子炉内の各データの整合がとれていないのでは？

* 各種データのトレンド確認により、3号機高圧注水系は手動停止した時点より早い段階で十分な注水ができていなかった可能性を確認、炉心損傷の進展状況を今後再評価予定

●3号機で原子炉圧力が急速低下したのは、原子炉等の重要設備に穴があいたせいでは？

* 起動条件の確認により、開かなかったと考えられていた複数の逃がし安全弁が自動で開いた可能性を確認。弁の開放により急激に減圧した可能性。

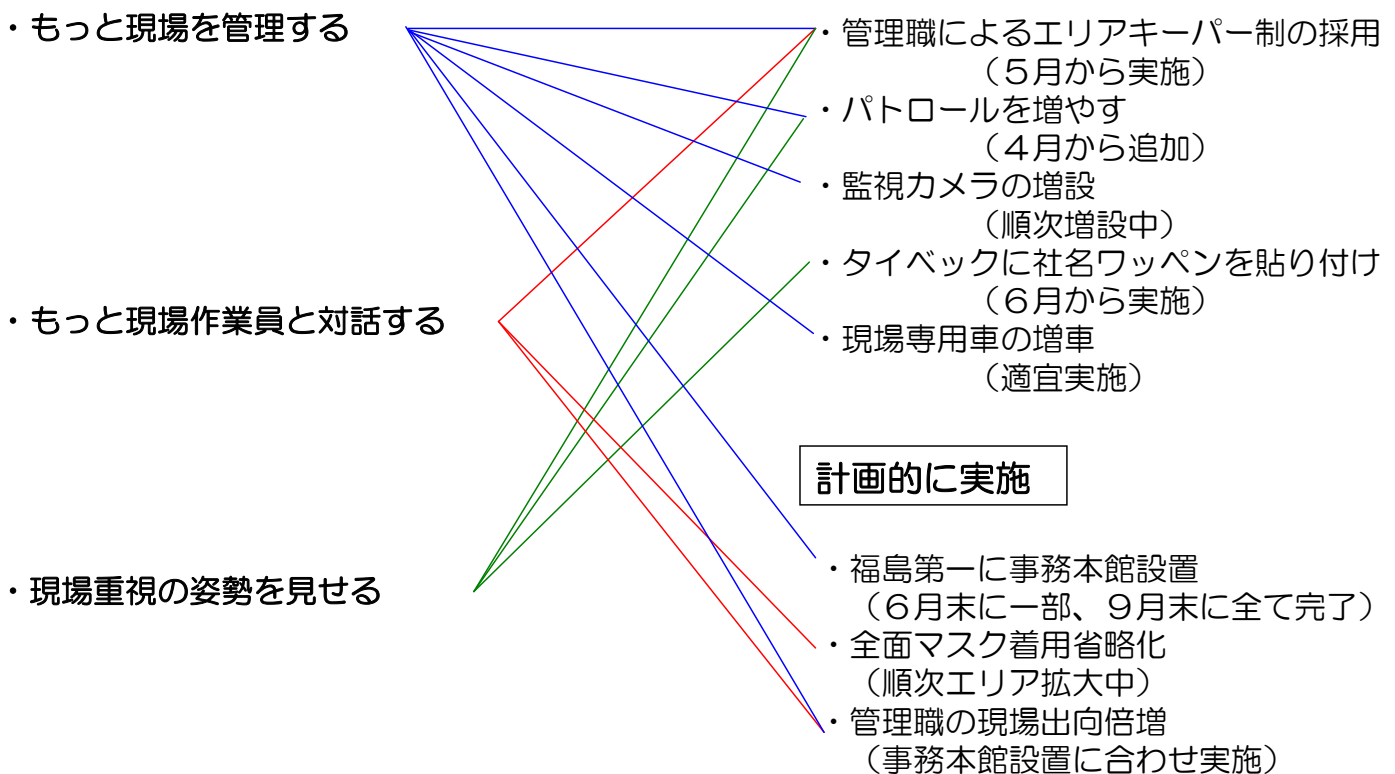
今後検討を進める主な課題について

今回、抽出した未確認・未解明事項の52件のうち、今後優先順位が高い事項として以下の10件を設定、早期解明に着手していく

- ・炉心損傷後の逃がし安全弁の作動に関する検討
- ・3月20日以降の放射性物質の放出状況
- ・消防車による原子炉注水量の精度向上
- ・3号機の高圧注水系(HPCI)運転状態と事故進展への影響評価
- ・溶融炉心の下部プレナム落下挙動
- ・1号機原子炉補機冷却系(RCW)配管の高線量汚染の原因の特定
- ・2号機強制減圧後の原子炉圧力の上昇について
- ・2号機ラプチャディスクの作動の有無について
- ・3号機原子炉隔離時冷却系(RCIC)の停止原因について
- ・3号機圧力抑制プールの温度成層化について

4. トラブルの防止

現場管理を徹底するために



エリアキーパー制について

目的 福島第一構内の各エリアの現場状況を把握する

〈現場状況とは〉

- ・何があるか(特に仮設設備、工事資機材等)
- ・誰が管理しているか



「現場が管理されていること」を責任を持って確認する

対象エリア

「1～4号機側・タンクエリア」を14エリアに分割して重点的に実施

→事故後緊急で作業を行い、現状でも現場の仮設設備や工事機材の状況把握・管理が不十分であるエリア

体制・管理方法

- ・体制は、副所長、部長(設備主管部長を除く)、担当職から15名を選任
- ・エリアキーパーの確認結果(チェックシート、写真等)を一元管理する
- ・管理が不十分な場合は、弊社内主管グループに対し、是正措置を指示する

現場での社員識別化について

「社名ワッペン」をタイベックへ貼り付け

→現場において、所属会社名が分かるよう社名ワッペンの貼り付けを実施



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

4. トラブルの防止

□元請企業の朝礼など作業員との対話の機会を充実させ、災害の発生を予防していく。

● 福島第一での安全活動(昨年度より継続して実施中)

現場力強化の方針として、主に以下の観点にて基本動作の徹底に取り組み中

- 福島第一特有の3H(変化、初めて、久しぶり)作業に対する安全事前評価の確実な実施
- 事前検討会の的確な実施と当社監理員による確認
- 現場に則した作業前打ち合わせによる確実な危険予知活動
- 現場での基本動作・安全基本ルール遵守の徹底 など

● 上記に加えて6月に重点的に実施する活動

- 各元請企業の朝礼への参加し、人身災害の発生を防止するために災害発生事例の紹介や注意喚起を実施
- 入退域管理棟入口にて、災害事例の写真等も掲示しながら安全に関する注意喚起のための作業員への声かけを実施



現場での打ち合わせ(福島第一)



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

建屋に地下水を『近づけない』対策

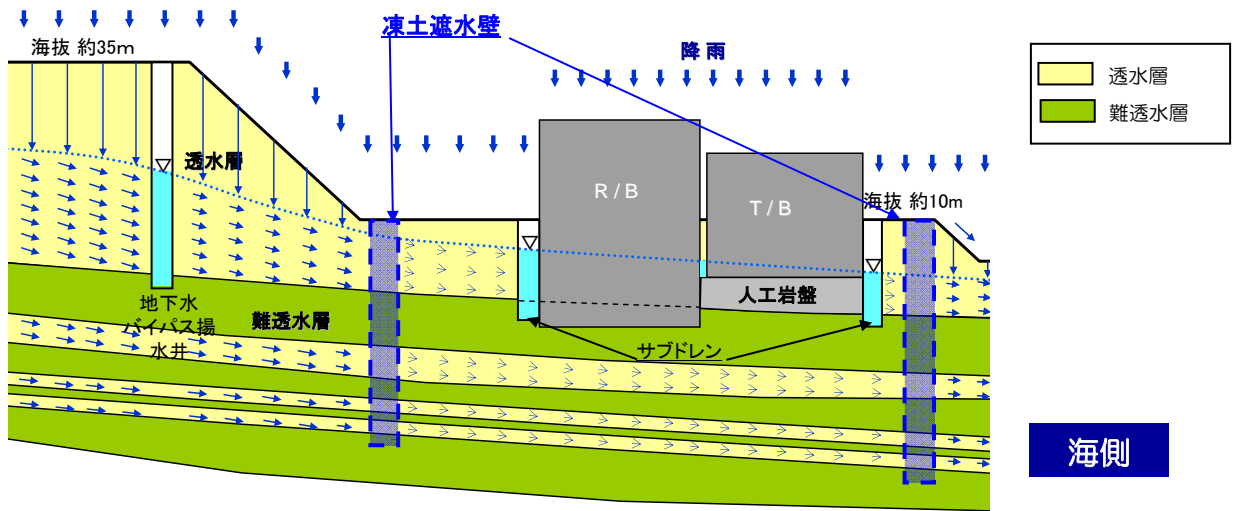
地下水バイパス

サブドレン

建屋に地下水を『近づけない』
重層的な対策

凍土遮水壁

+



山側

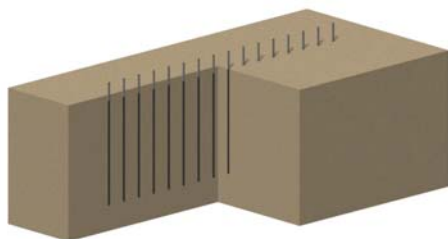
海側



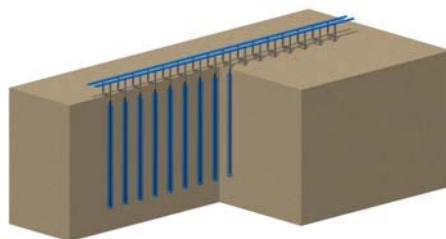
無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

5. 凍土方式の陸側遮水壁(施工手順、施工イメージ)

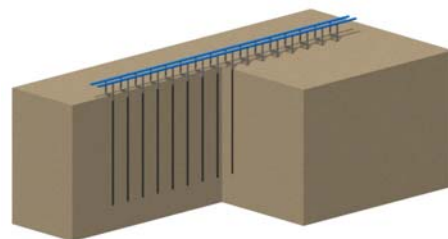
施工手順



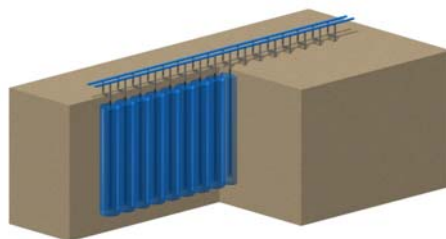
(1)ボーリング・凍結管建込み



(3)凍土遮水壁 造成開始



(2)冷媒配管接続



(4)凍土遮水壁 造成完了

施工イメージ

削孔には、井戸や杭の削孔で用いられているロータリー式のボーリングマシンを使用（汎用性あり）



凍結管

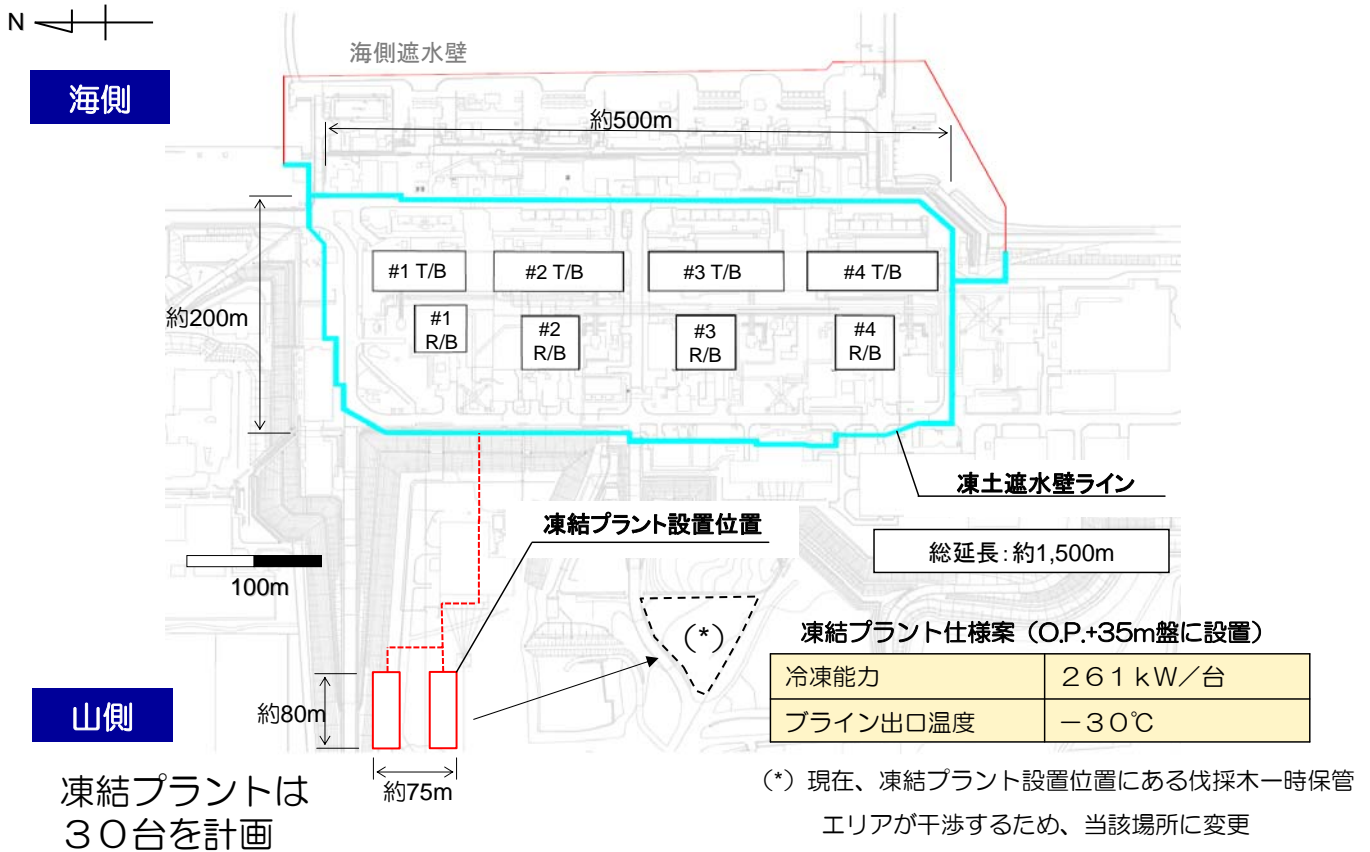
凍土

[出典：鹿島建設]



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

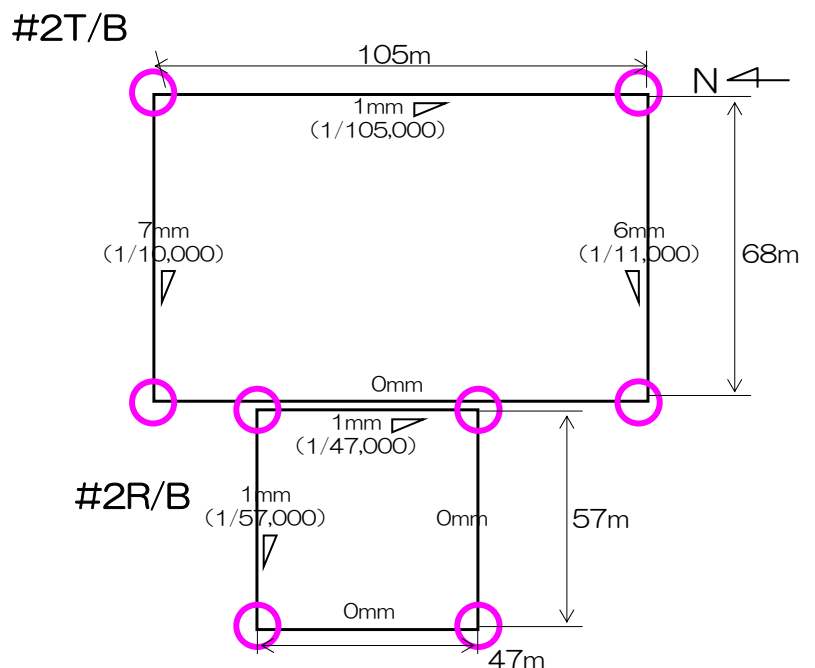
凍土遮水壁ライン・凍結プラント基本配置計画



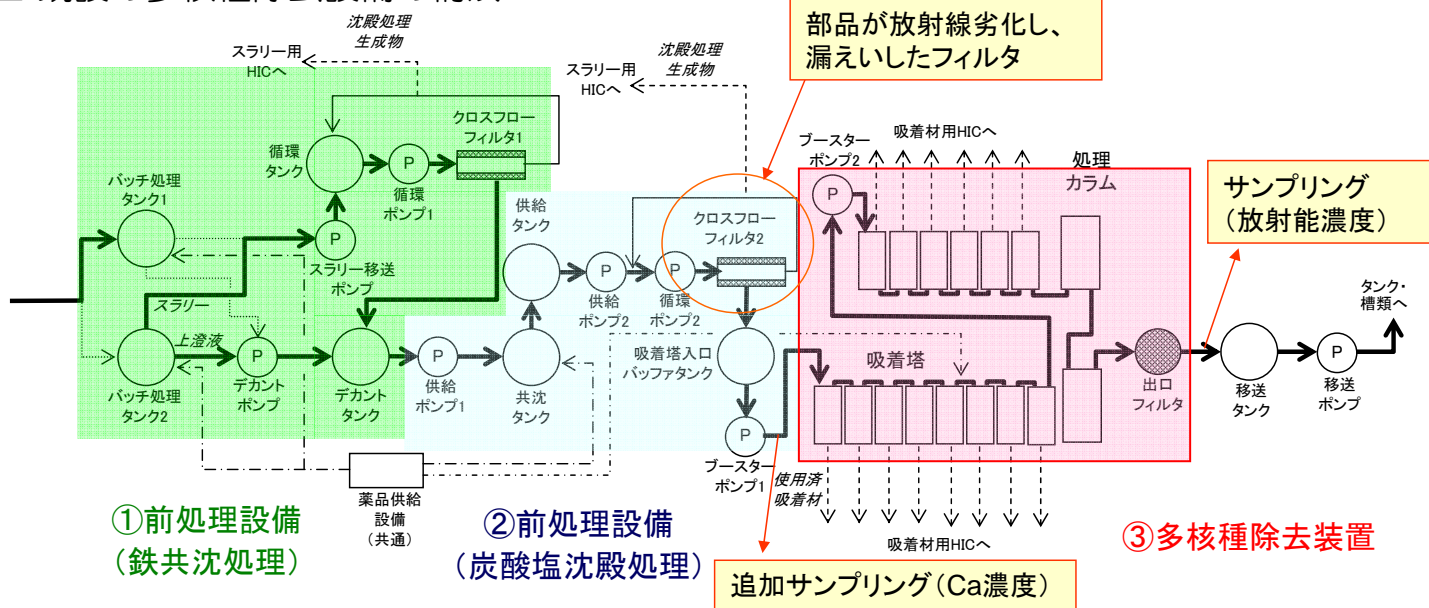
【検討結果】

地盤沈下に関して、原子炉建屋とタービン建屋の不等沈下を評価した。

保守的な条件から算出した基礎底面の傾斜は最大1/10,000程度（2号機タービン建屋北側）となり、各種基準に示される基礎地盤の傾斜の目安値1/2,000~1/500以下であることから、建屋基礎の安定上問題ないものと考えている。



■ 既設の多核種除去設備の構成



ブースターポンプ1出口のCa濃度

サンプリング系統	採取日	Ca濃度
A系統	3/27	11pm
A系統	5/17	11ppm
C系統	5/20	6.2ppm

系統出口水放射能濃度(全ベータ)

サンプリング箇所	採取日	放射能濃度(全ベータ)
B系統出口水	3/18	$10^3 \sim 10^4 \text{Bq/cc}$
A系統出口水	5/17	$2.4 \times 10^{-1} \text{Bq/cc}$
C系統出口水	5/19	$4.0 \times 10^{-1} \text{Bq/cc}$

B系にてフィルタ部品が放射線により劣化し汚染が下流側へ移行。B系は耐放射線性能の高いフィルタ部品に変更し5/23より運転再開。
 A系、C系では、早期に検知する対策(追加サンプリング)を行い、汚染の下流側への移行を防止した。
 A系、C系についても同様の対策を行い起動予定。

CFF3B分解点検結果

CFF3Bについてはフィルタ部品に欠損を確認。

フィルタ部品(プレートガスカート) 欠損箇所

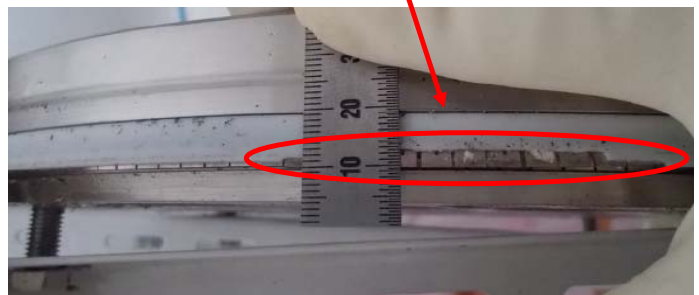


押さえプレート全体

押さえプレート上面より撮影



欠損箇所: 幅約6cm、深さ約3mm



押さえプレート側面より撮影

フィルタ部品詳細調査

炭酸塩スラリーの流出が確認されたフィルタ部品(プレートガスケット)と新品のフィルタ部品(プレートガスケット)の折り曲げ状況を比較し、使用済のプレートガスケットが脆化していることを確認。



←
使用済のプレートガスケットを折り曲げた*
ところ、破断したことを確認
(写真はC F F 8 A)

→
新品のプレートガスケットを折り曲げた*
ところ、破断せずに折れ曲がったことを確認
(写真は新品のプレートガスケット)



* Vの字が開く方向を上面とする

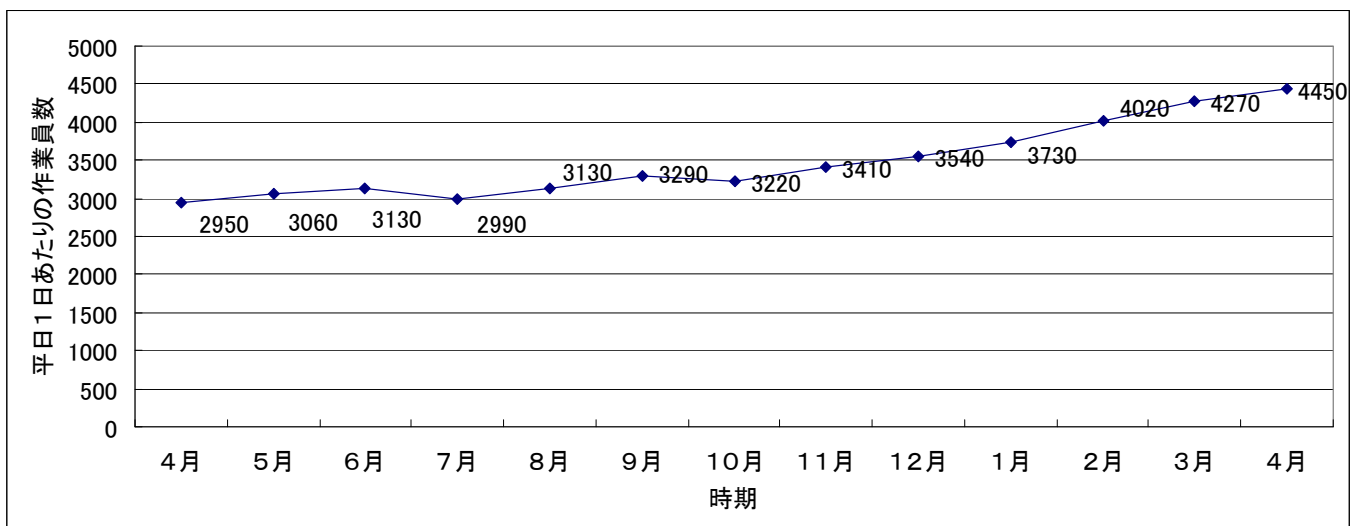


無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

7. 作業環境や労働条件の整備

1. 作業員確保の見通し

- 2013年度の各月の平日1日あたりの平均作業員数(実績値)は約3,000~4,500人規模で推移
- 今後の汚染水対策や建屋カバーの解体に伴い、作業員数が増加傾向
- 長期にわたる安定的な雇用を確保し、作業員の皆さんが安心して働くことが出来るよう、随意契約の範囲を拡大
- バスの運行頻度、駐車場、入退域管理施設及び休憩所の混雑対策等のインフラ整備を検討



2013年度以降の各月の平日1日あたりの平均作業員数(実績値)の推移



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

2. 作業員確保の見通し(被ばく線量評価)

- 2013年度の累積被ばく線量は、全体の約96%が20mSv以下、前年(2012年度:約95%が20mSv以下)と同程度
- 大部分の作業員が法令限度(100mSv/5年間)の範囲内であり、その後も放射線作業に従事することが可能なレベル
- 引き続き作業環境の線量低減に取り組むと共に、作業員の被ばく状況を今後も継続して注視

2011年3月11日～2012年2月29日の累積線量

2012年度の累積線量

2013年度の累積線量

区分(mSv)	東電社員	協力企業	計
250超え	6	0	6
200超え～250以下	1	2	3
150超え～200以下	22	2	24
100超え～150以下	117	17	134
50超え～100以下	420	359	779
20超え～50以下	640	2220	2860
10超え～20以下	495	2746	3241
10以下	1676	11826	13502
計	3377	17172	20549
最大	678.80	238.42	678.80
平均	24.73	9.52	12.02

区分(mSv)	東電社員	協力企業	計
250超え	0	0	0
200超え～250以下	0	0	0
150超え～200以下	0	0	0
100超え～150以下	0	0	0
50超え～100以下	1	0	1
20超え～50以下	62	567	629
10超え～20以下	129	1778	1907
5超～10以下	261	1837	2098
5以下	1159	7427	8586
計	1612	11609	13221
最大	53.97	41.45	53.97
平均	4.46	5.44	6.32

区分(mSv)	東電社員	協力企業	計
250超え	0	0	0
200超え～250以下	0	0	0
150超え～200以下	0	0	0
100超え～150以下	0	0	0
50超え～100以下	0	0	0
20超え～50以下	30	625	655
10超え～20以下	93	2049	2142
5超～10以下	195	1882	2077
5以下	1375	8492	9867
計	1693	13048	14741
最大	41.59	41.36	41.59
平均	3.18	5.46	5.20



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

95%が年間累積20mSv以下

96%が年間累積20mSv以下

3. 作業員確保に向けた取組

1. 作業員の負担を軽減するための作業環境の改善(全面マスク着用省略可能エリアの拡大、大型休憩所・事務棟(暫定, 本設)・給食センターの設置など)
2. 適切な労働条件確保のための取り組み(適切な労働条件確保に関する講習会の実施・入所時教育への反映、適正な賃金支払いに関する取り組み)
3. 協力企業のニーズを踏まえた放射線管理要員研修等の継続実施
4. 協力企業へ今後の作業計画を早期に提示することによる、計画的な熟練作業員の養成(作業概要や予定工期等を記載して四半期毎に提示)
5. 中長期的な作業員確保・熟練作業員の被ばく線量の適切な管理・安定的な雇用に配慮した随意契約の合理的な運用。



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

事務棟・休憩所 配置図

■ 配置図



配置図

配置図（一部拡大）



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

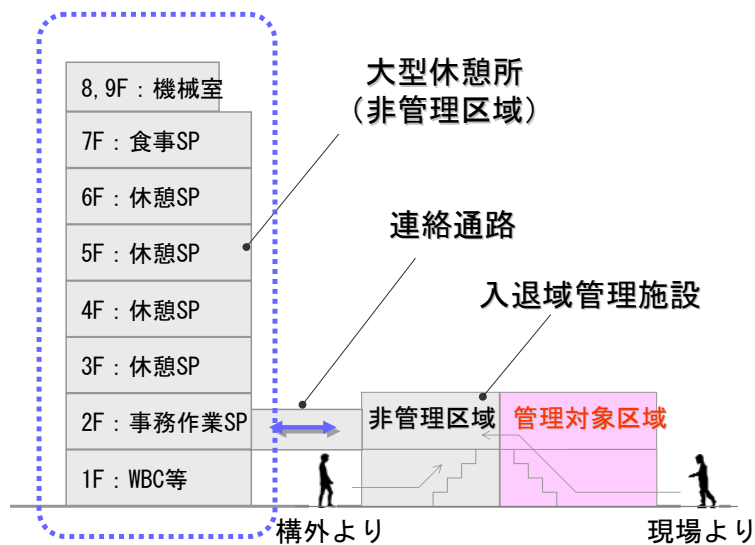
7. 作業環境や労働条件の整備

大型休憩所の設置(1/2)

■ 施設概要

着工：H26.1/27
竣工：H27.3月末予定

項目	計画内容
建物構造	鉄骨造
建物規模	延床面積： 約6,400m2※ 建築面積： 約 900m2※
収容人数	1,200人
建物内線量	非管理区域



入退域管理施設と大型休憩所の関係
イメージ

※連絡通路部分を除く



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

大型休憩所の設置(2/2)

基礎工事を実施中



暫定事務棟の設置 (1/2)

■ 施設概要

着工済 (H25.12)
運用開始: H26.7/1より段階的に運用開始

項目	計画内容
建物構造	鉄骨造 2階建
建物規模	延床面積: 約14,000m ² 程度 建築面積: 約 7,000m ² 程度
収容人数	約1,000人
建物内線量	非管理区域



断面イメージ

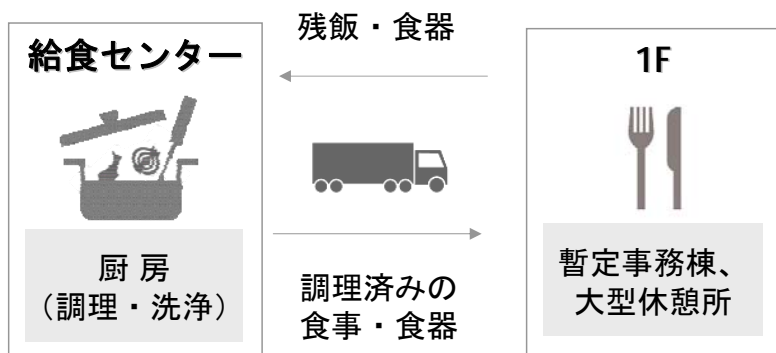
暫定事務棟の設置 (2/2)

外壁工事、屋内工事等を実施中。



無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

給食センター



給食センター方式の説明図

- 建設地 : 福島県双葉郡大熊町
大字大川原字南平
- 構造種別 : 鉄骨造・2階建
- 延床面積 : 約3,500m²
- 提供食数 : 約3,000食
- 起工式 : 平成26年5月29日
- 完成時期 : 平成26年度末



給食センターのイメージ



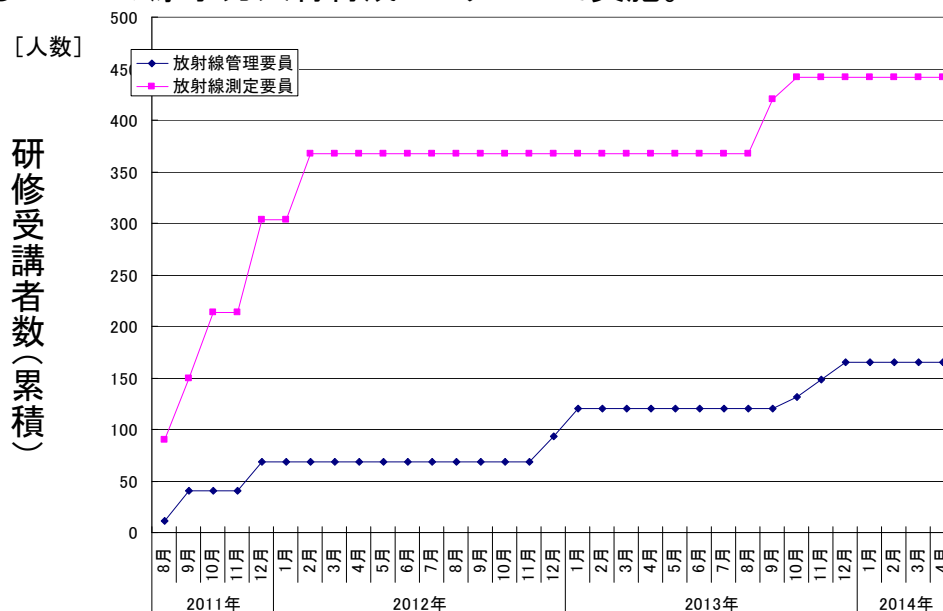
無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

放射線管理要員研修等の取り組み状況

独立行政法人 日本原子力研究開発機構(JAEA)の協力を得て、放射線測定要員及び専門知識・技能が必要とされる放射線管理要員を育成するための研修を実施。

メーカー、ゼネコン等の協力企業の作業員の方々に幅広く募集を行い、JAEA及び当社が講師を実施。

今年度の放射線測定要員研修は福島第二原子力発電所にて、放射線管理要員研修は茨城県東海村にあるJAEAの原子力人材育成センターにて実施。



8. 福島第一廃炉推進カンパニーの設置

設立の趣旨

- 廃炉・汚染水対策の責任と権限の明確化
- 意思決定の迅速化
- 知見・人材の積極的活用

責任の所在

- 包括的責任「廃炉・汚染水対策最高責任者」(CDO: Chief Decommissioning Officer)
- 最高意思決定機関「カンパニー経営会議」

VP (Vice President)

- メーカー3社の原子力統括責任者に準ずる人材を招へい
= オールジャパンのプロ集団
- 海外知見の活用

プロジェクトマネジメント体制の強化

- 従来の設備単位の管理にプロジェクト毎の管理を組み合わせ、きめ細やかな体制で着実に業務遂行

【カンパニーとコーポレートの連携】

