

現地調査結果について

～令和2年1月17日現地調査結果(4号機原子炉建屋)～

～ 令和2年1月30日現地調査結果(2号機オペフロ) ～

4号機原子炉建屋内の調査結果について

～令和2年1月17日現地調査結果～

4号機原子炉建屋内の現地調査の実施概要

(4) 被ばく線量

① 令和2年 1月16日(木)～17日(金) 最大:0.39 mSv、最小:0.04 mSv (4号機R/B等) 8名

※被ばく線量[mSv]の最大、最小は、調査実施者[名]のうち、最も被ばく線量の高い人の値と低い人の値を示した。
また、現地調査で主に調査を行った建屋等を()で並記した。

4号機原子炉建屋内の現地調査の実施概要

(5) 調査資機材等

- ①令和2年 1月16日(木)～17日(金) アロカ製電離箱(ICS-323C)、テレテクター(GM計数管)、
SAM940(LaBr結晶)

※その他、撮影機材(撮影カメラ、小型カメラ(GoPro))、照明(フラット、マグライト)を使用。



テレテクター(GM計数管)



SAM940(LaBr結晶)

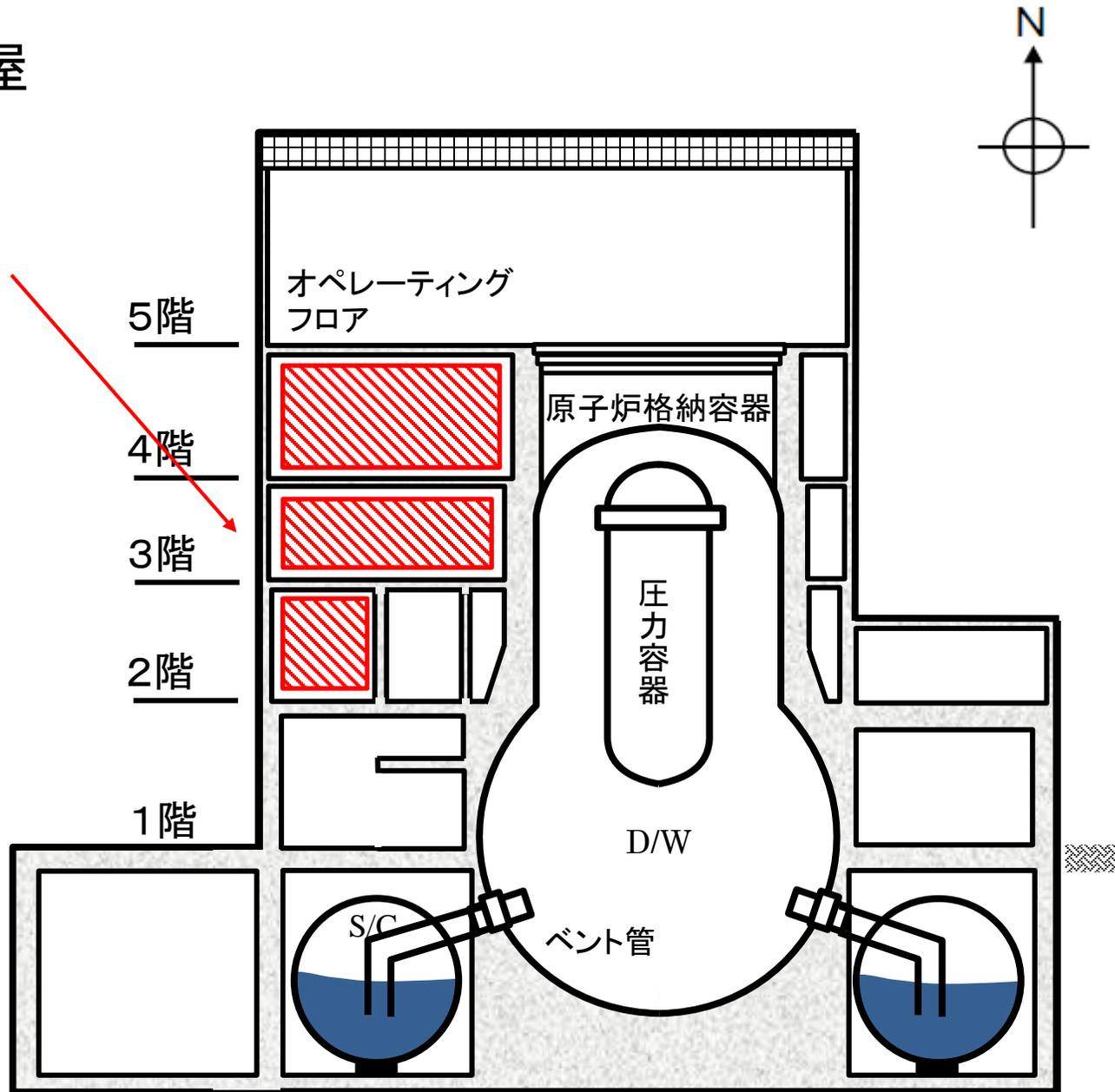
4号機原子炉建屋内の現地調査の実施概要

(6) 調査結果

- 4号機原子炉建屋内調査として、原子炉建屋3階及び2階の天井部分、床部分の損壊状況を確認した。
- 1号機タービン建屋SGTS室へのアクセス性確認、3号機SGTS室内の線量測定、サンプリング予備調査、3号機タービン建屋内高線量瓦礫のサンプリング予備調査を行った。

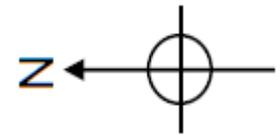
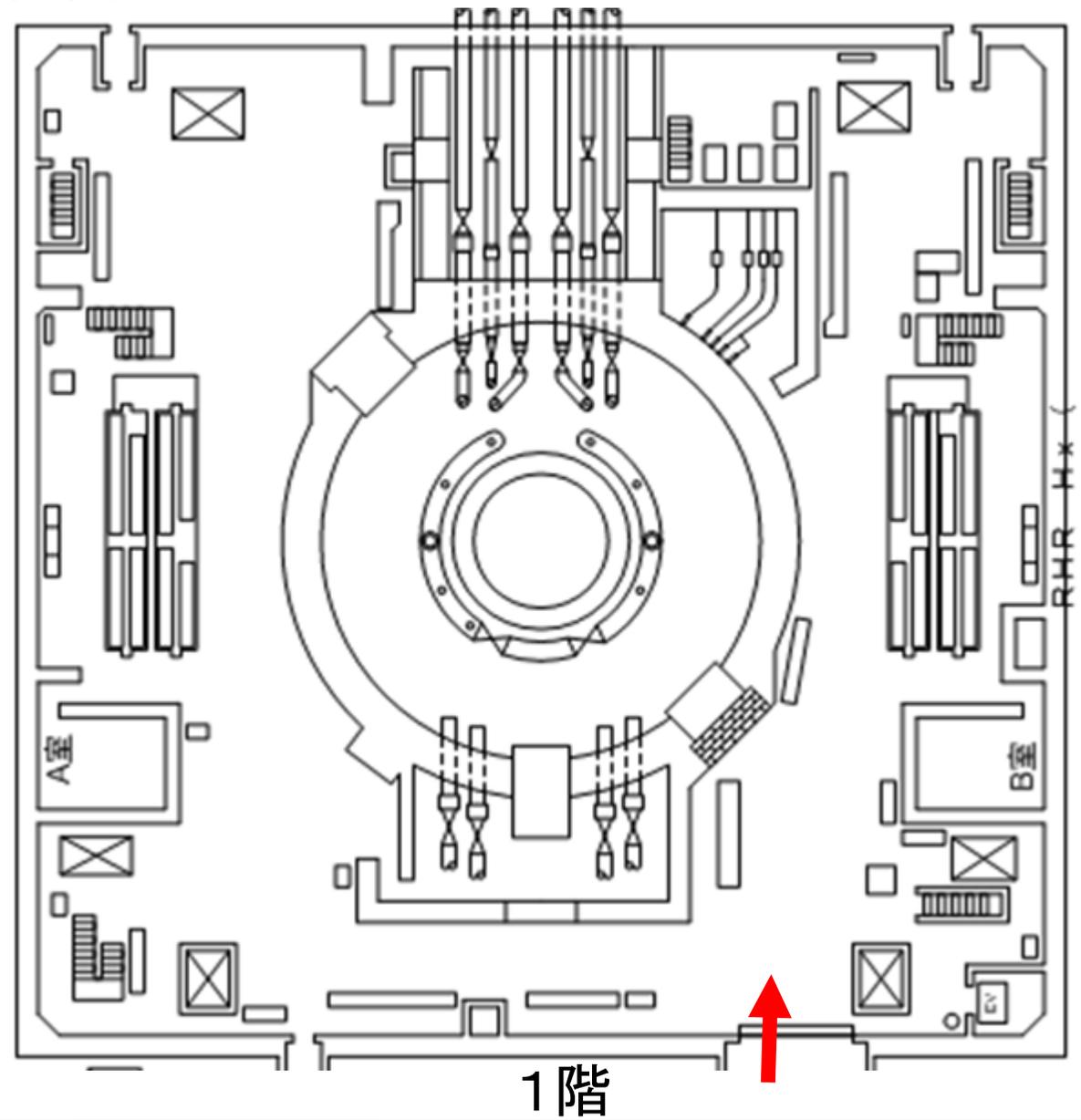
○4号機原子炉建屋 (東西断面)

現地調査箇所
(令和2年1月17日)



東京電力「福島第一原子力発電所
原子炉設置変更許可申請書」
(平成15年6月現在)を基に作成

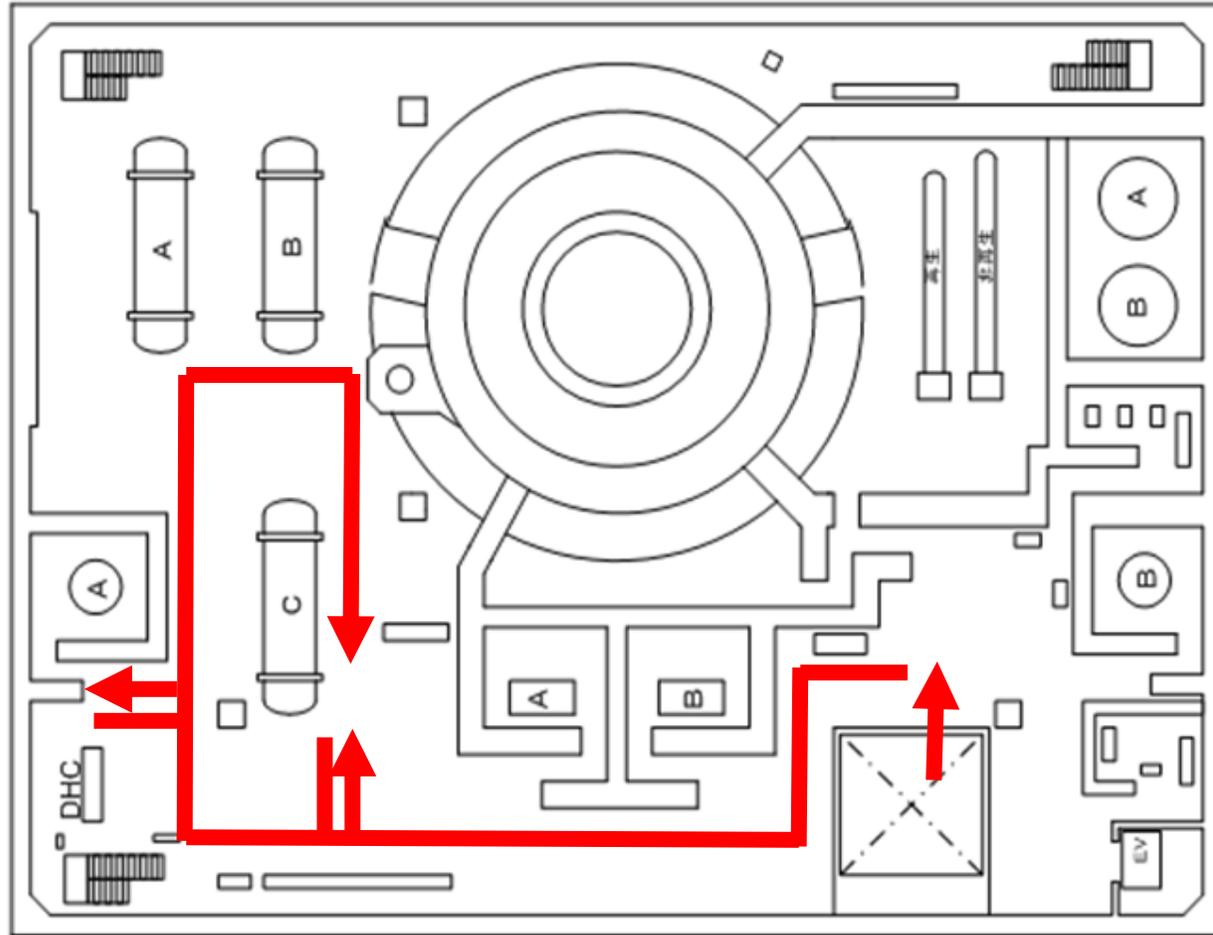
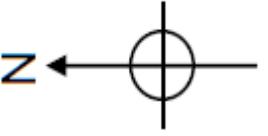
4号機原子炉建屋(平面図)



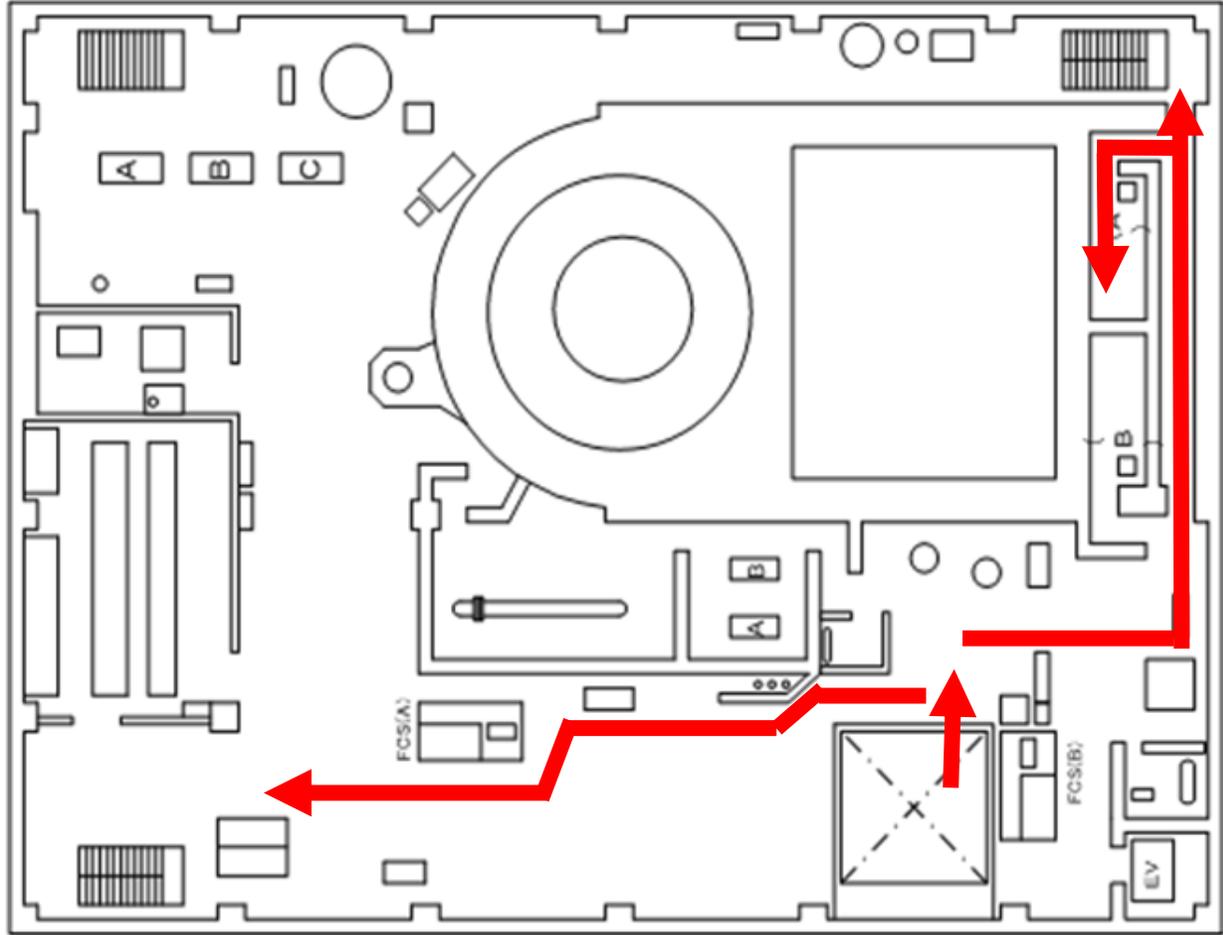
— 現地調査ルート
(令和2年1月17日)

東京電力資料及び政府事故調報告書
より抜粋一部加工

4号機原子炉建屋(平面図)



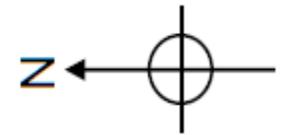
2階



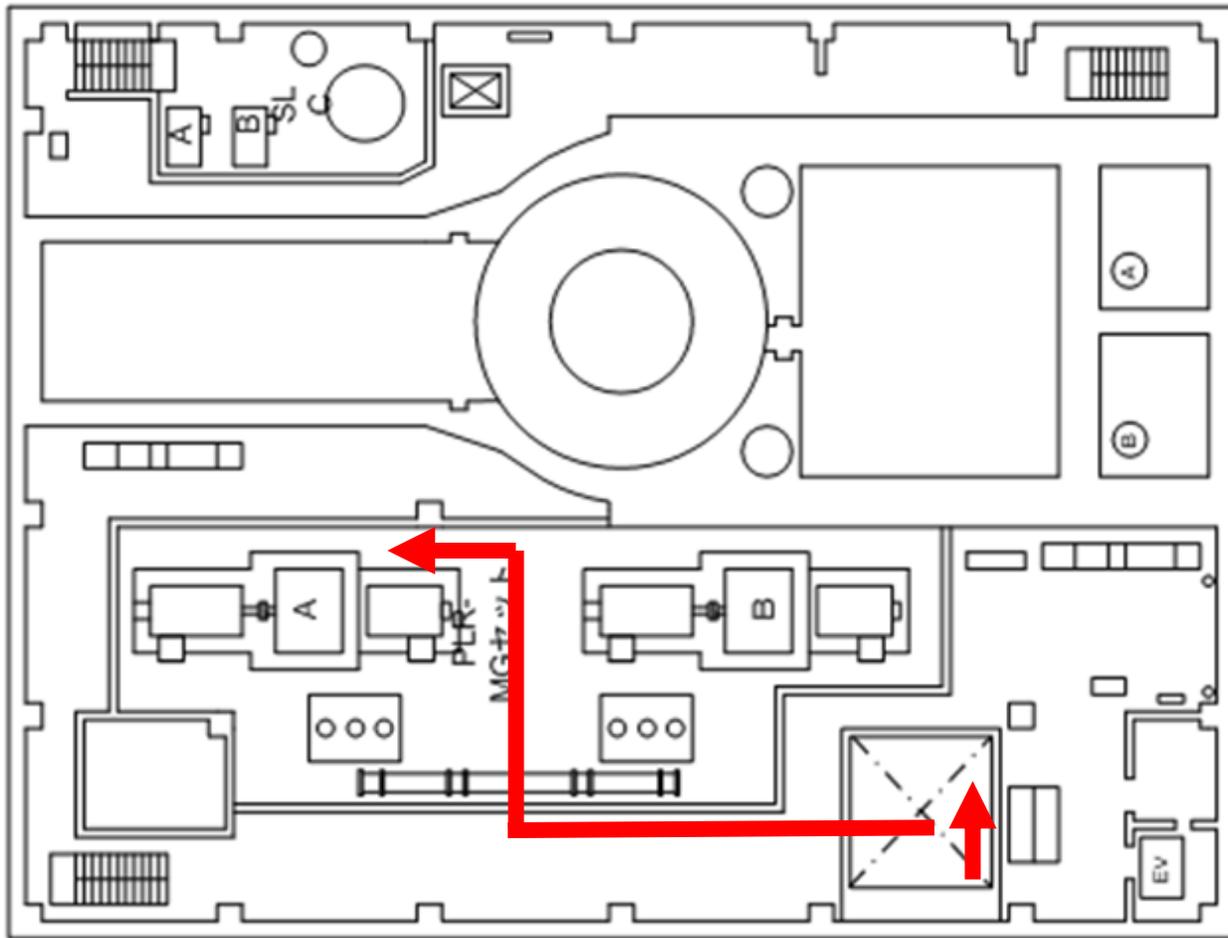
3階

— 現地調査ルート
(令和2年1月17日)

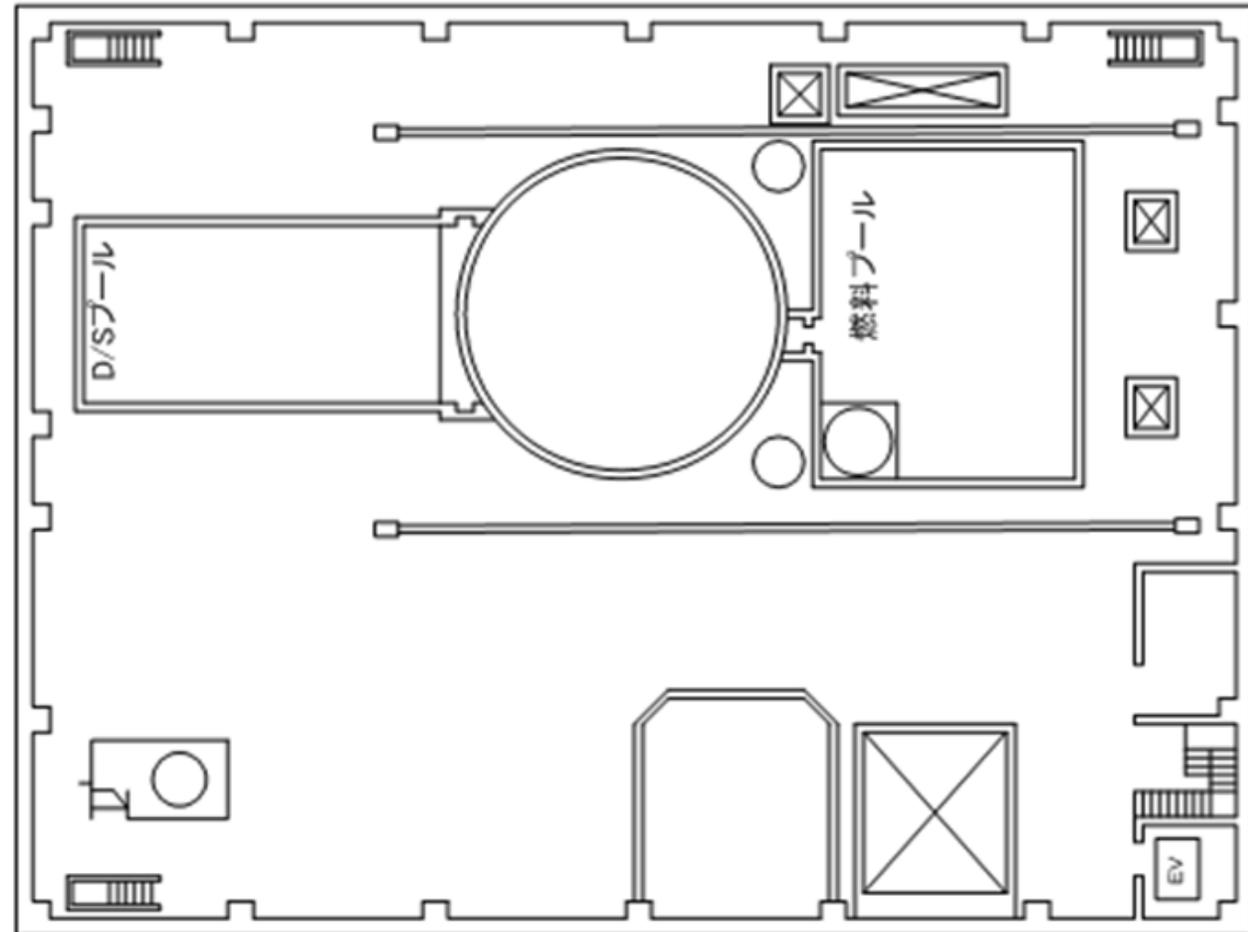
東京電力資料及び政府事故調報告書
より抜粋一部加工



4号機原子炉建屋(平面図)



4階

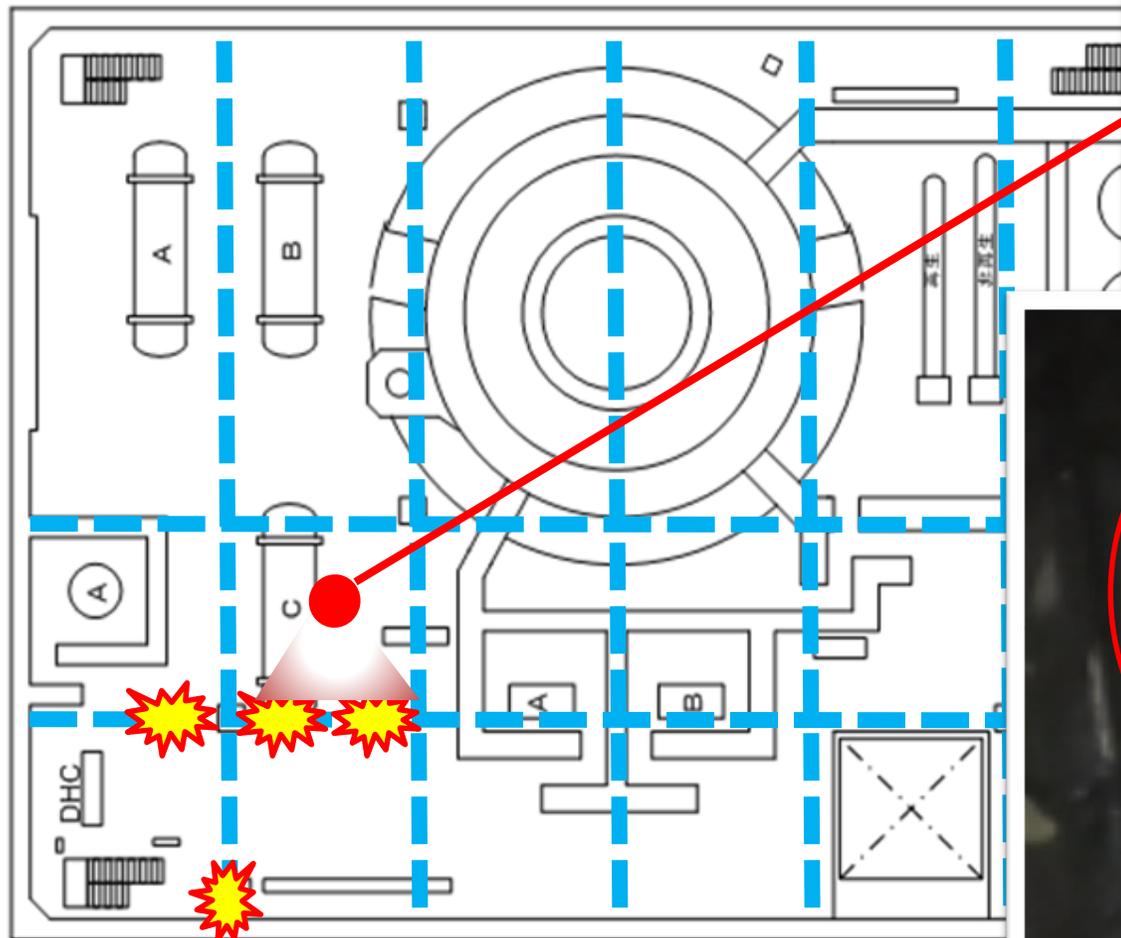


5階

— 現地調査ルート
(令和2年1月17日)

東京電力資料及び政府事故調報告書
より抜粋一部加工

○4号機原子炉建屋2階梁の損傷箇所



4号機R/B 2階



令和2年1月17日原子力規制庁撮影

3号機原子炉建屋4階の構造物について

～3号機原子炉建屋4階西側の柱、堰等の構造物～

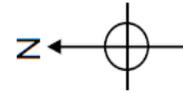
○第9回検討会(12月26日)におけるコメント等整理表(抜粋)

No.	コメント、事実確認等	対応状況	検討会資料
6	3号機3階西のハリの破損箇所の上階(4階)に柱はなかったのか。(5階の爆発の力を4階床に伝える構造物はなかったのか。)	東電HDから提示済み	本資料で説明
7	3号機4階西のMGセット周囲の堰の有無	東電HDから提示済み	本資料で説明

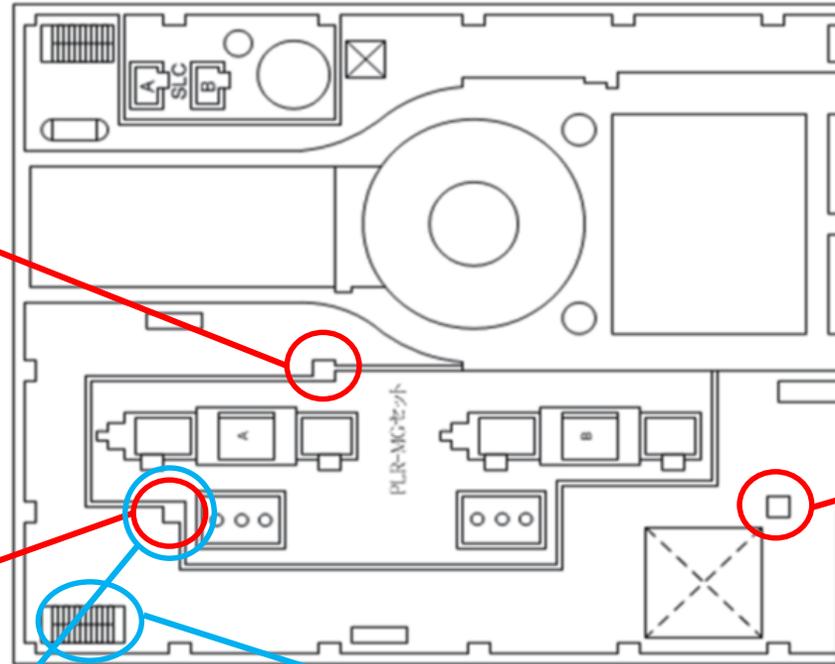
東京電力ホールディングス株式会社から提示された資料

□ 3R主要配管サポート点検除染委託報告書(CBF3-92-H304)等

○3号機原子炉建屋 4階(平面図)



東京電力HD提供(事故前の写真)

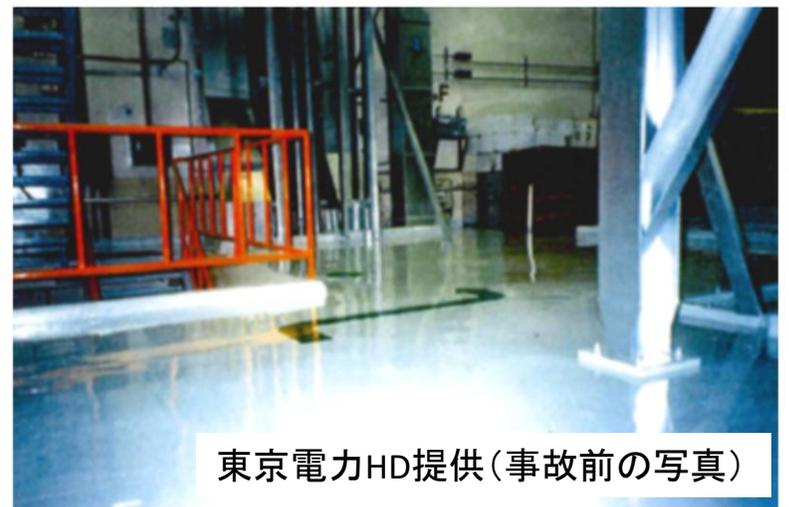


東京電力HD提供(事故前の写真)



東京電力HD提供(事故前の写真)

- 柱
- 堰(油漏えい防止堰)



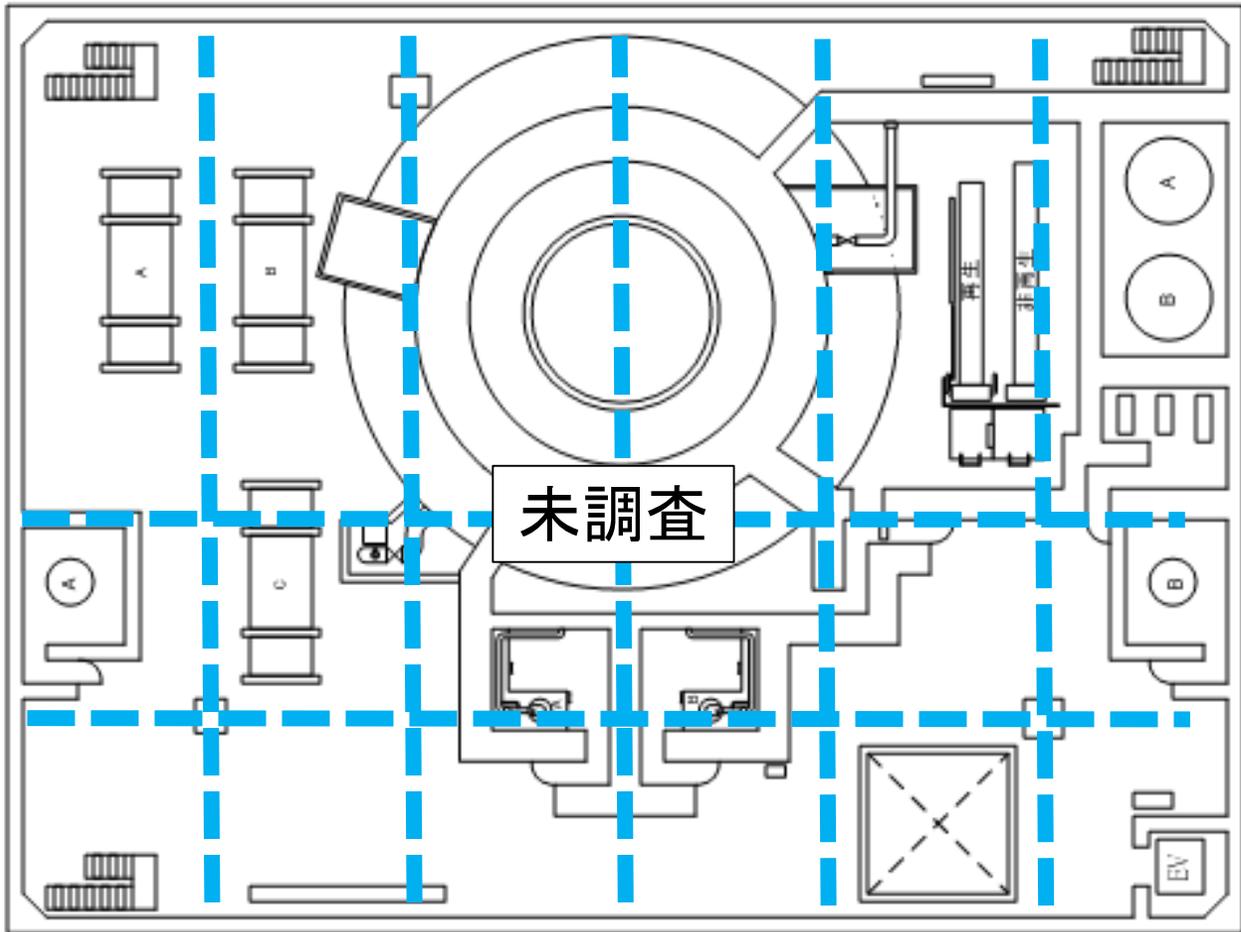
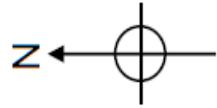
東京電力HD提供(事故前の写真)

原子力規制庁において、東京電力ホールディングス株式会社の提供資料を一部加工

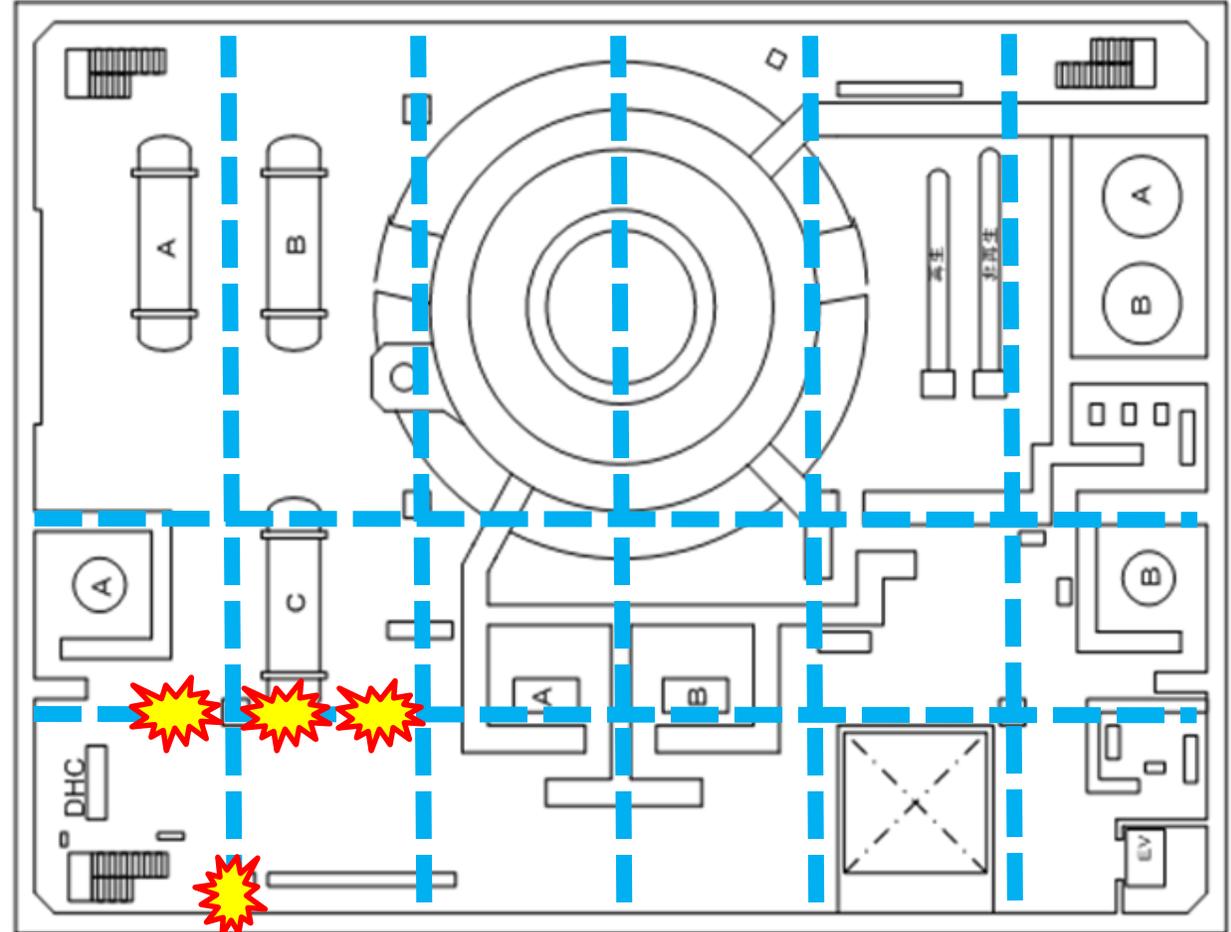
3号機及び4号機の原子炉建屋3階の損傷状況の比較

- 3号機原子炉建屋及び4号機原子炉建屋の2階、3階、4階平面図の比較
- 4号機原子炉建屋2階、3階、4階の空間線量率
- 4号機原子炉建屋2階、3階のこれまでの損傷状況の概要
- 3号機原子炉建屋3階のこれまでの損傷状況の概要

3号機原子炉建屋2階平面図及び4号機原子炉建屋2階平面図の比較

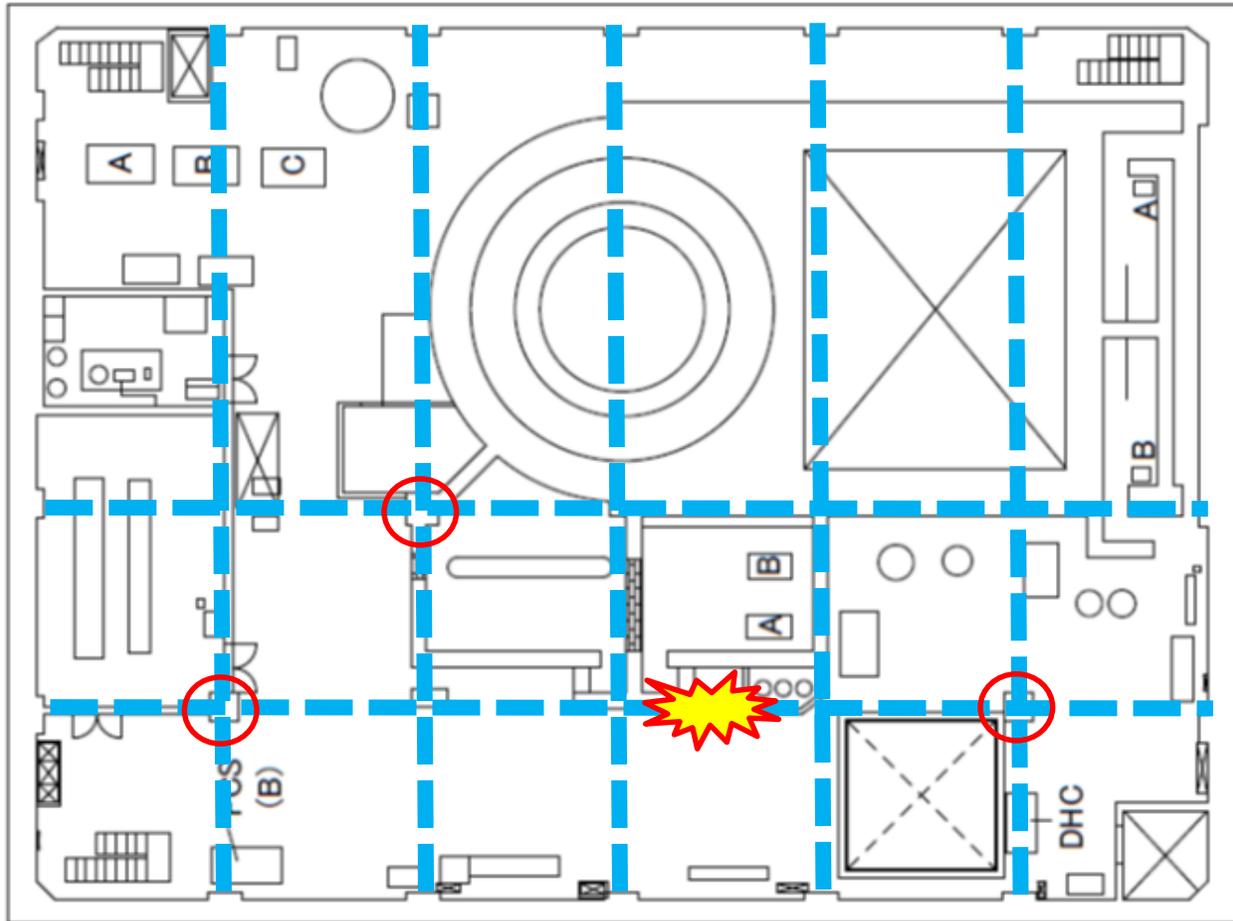
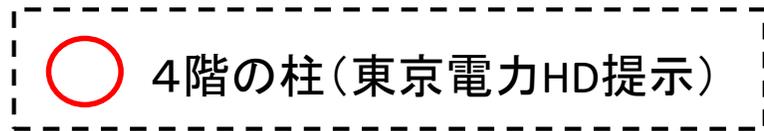
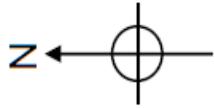


3号機R/B 2階

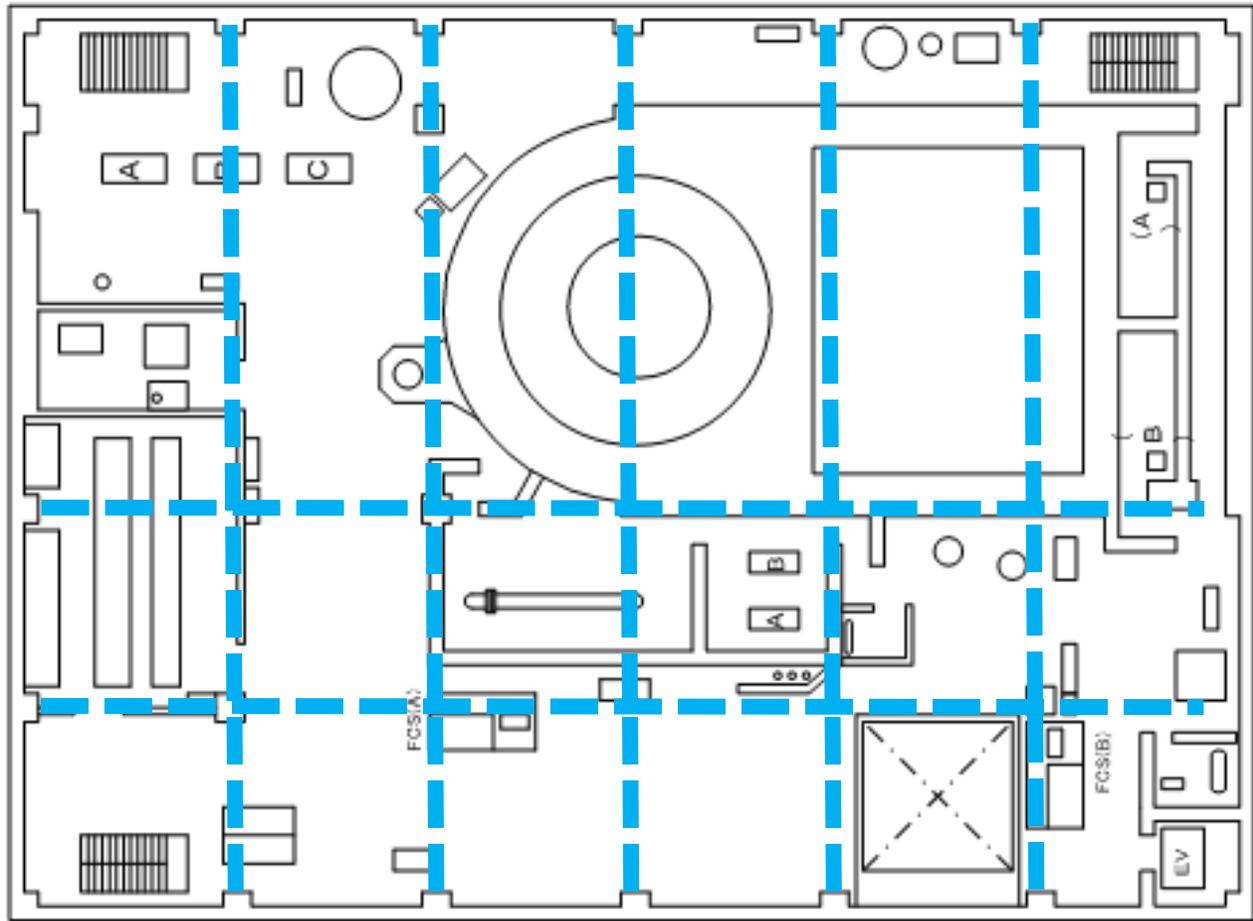


4号機R/B 2階

3号機原子炉建屋3階平面図及び4号機原子炉建屋3階平面図の比較

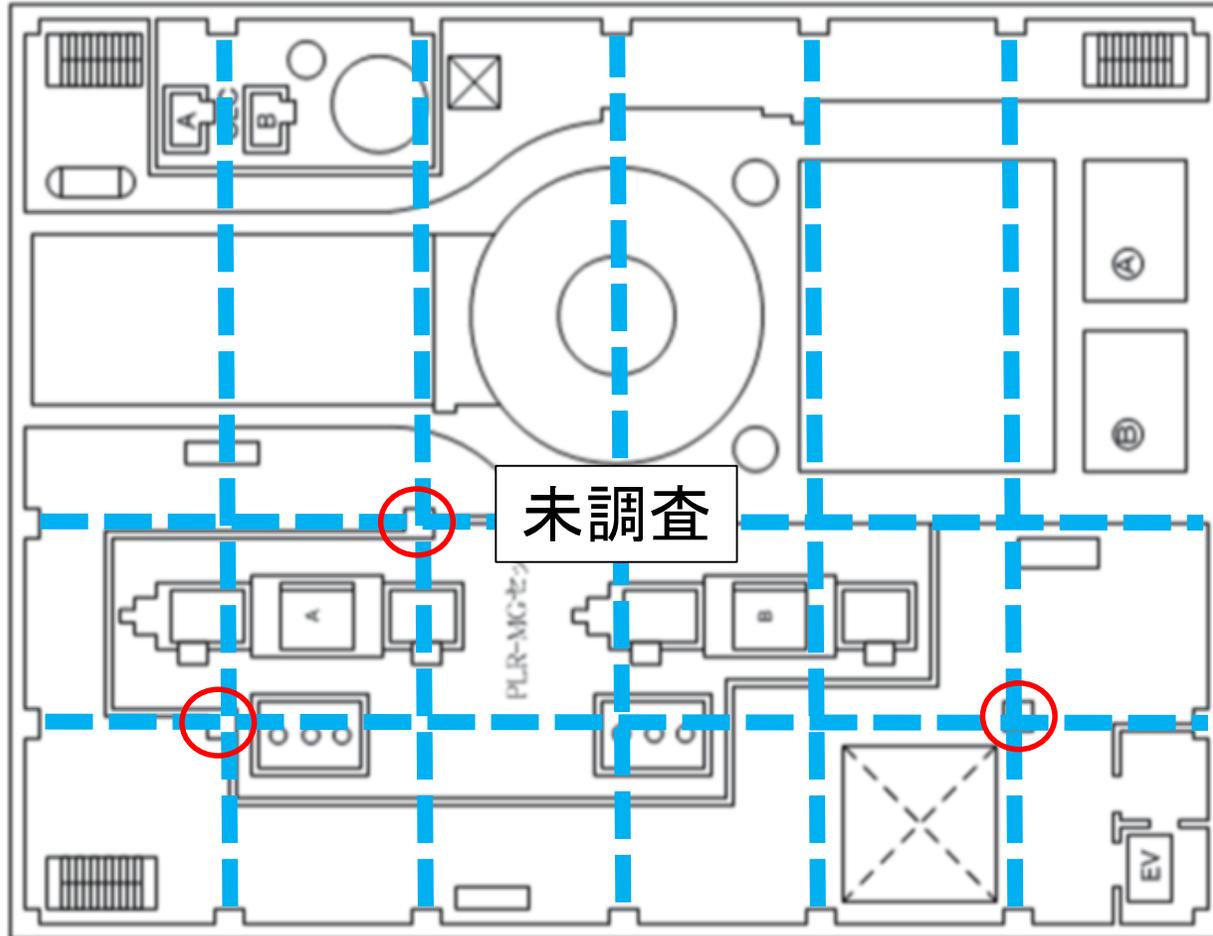
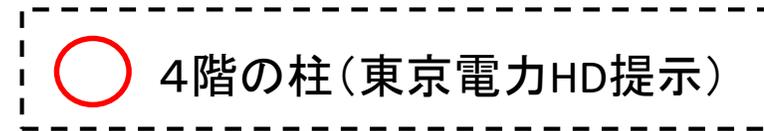
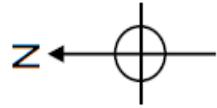


3号機R/B 3階

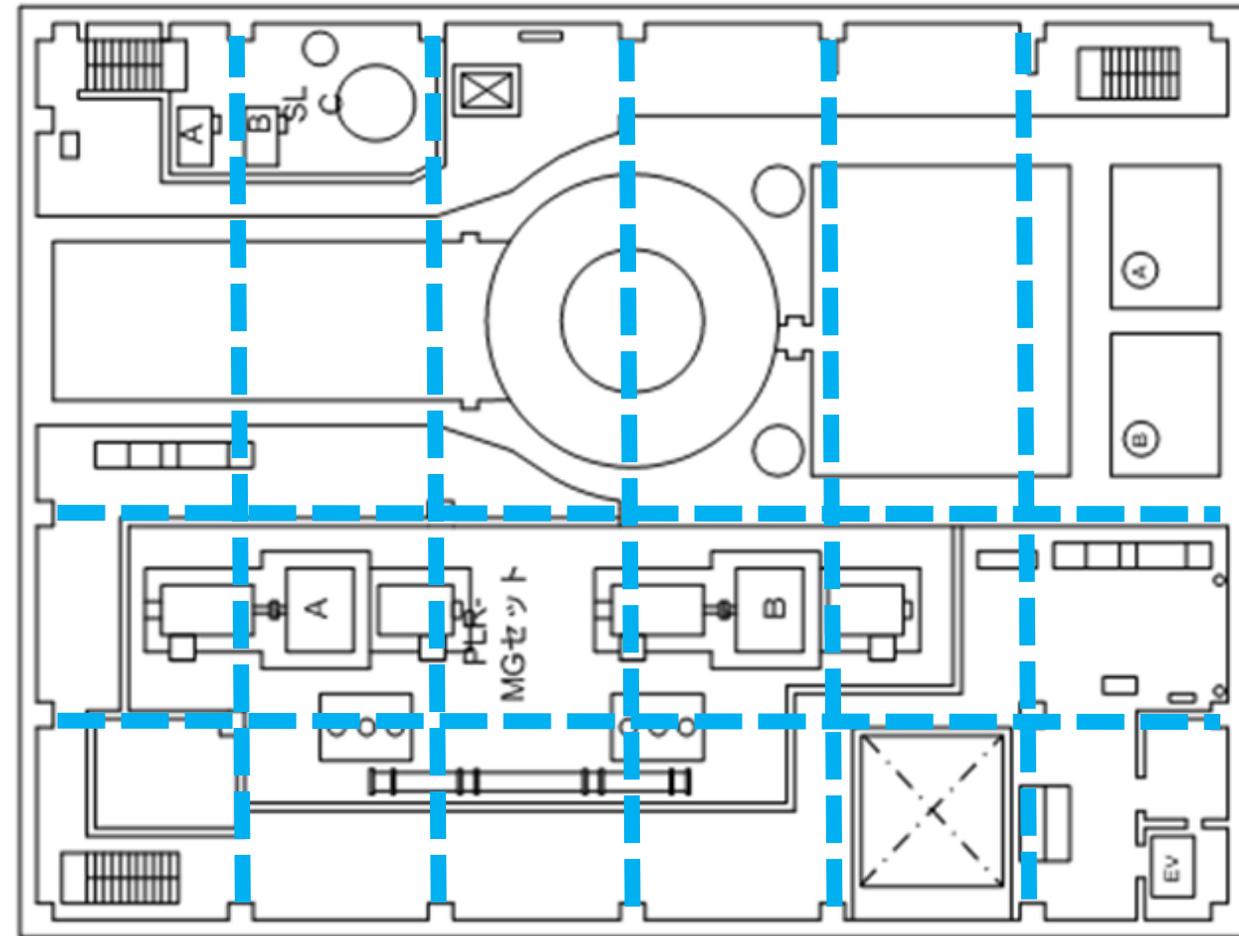


4号機R/B 3階

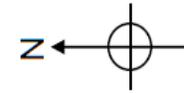
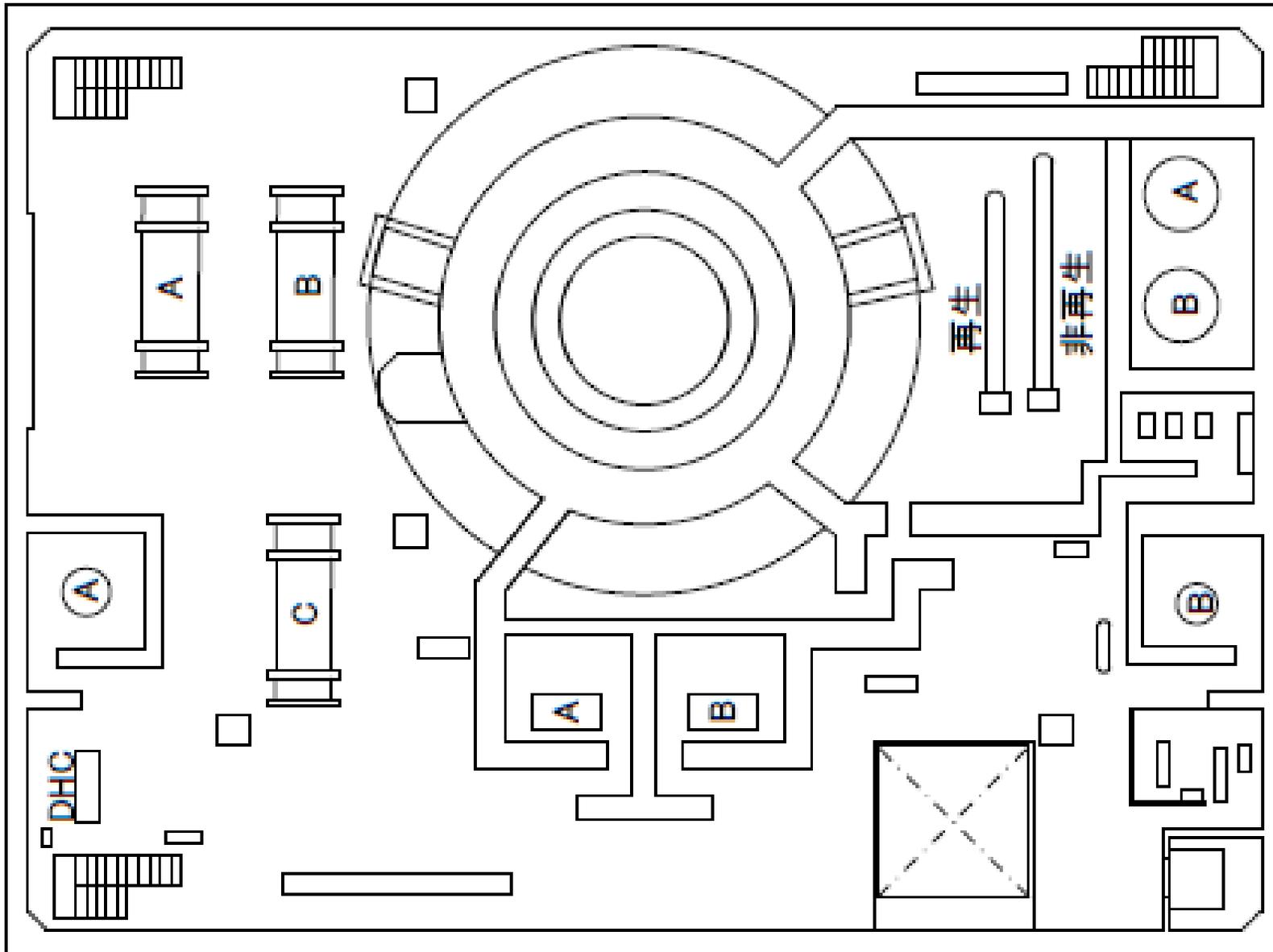
3号機原子炉建屋4階平面図及び4号機原子炉建屋4階平面図の比較



3号機R/B 4階



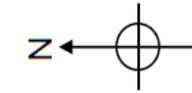
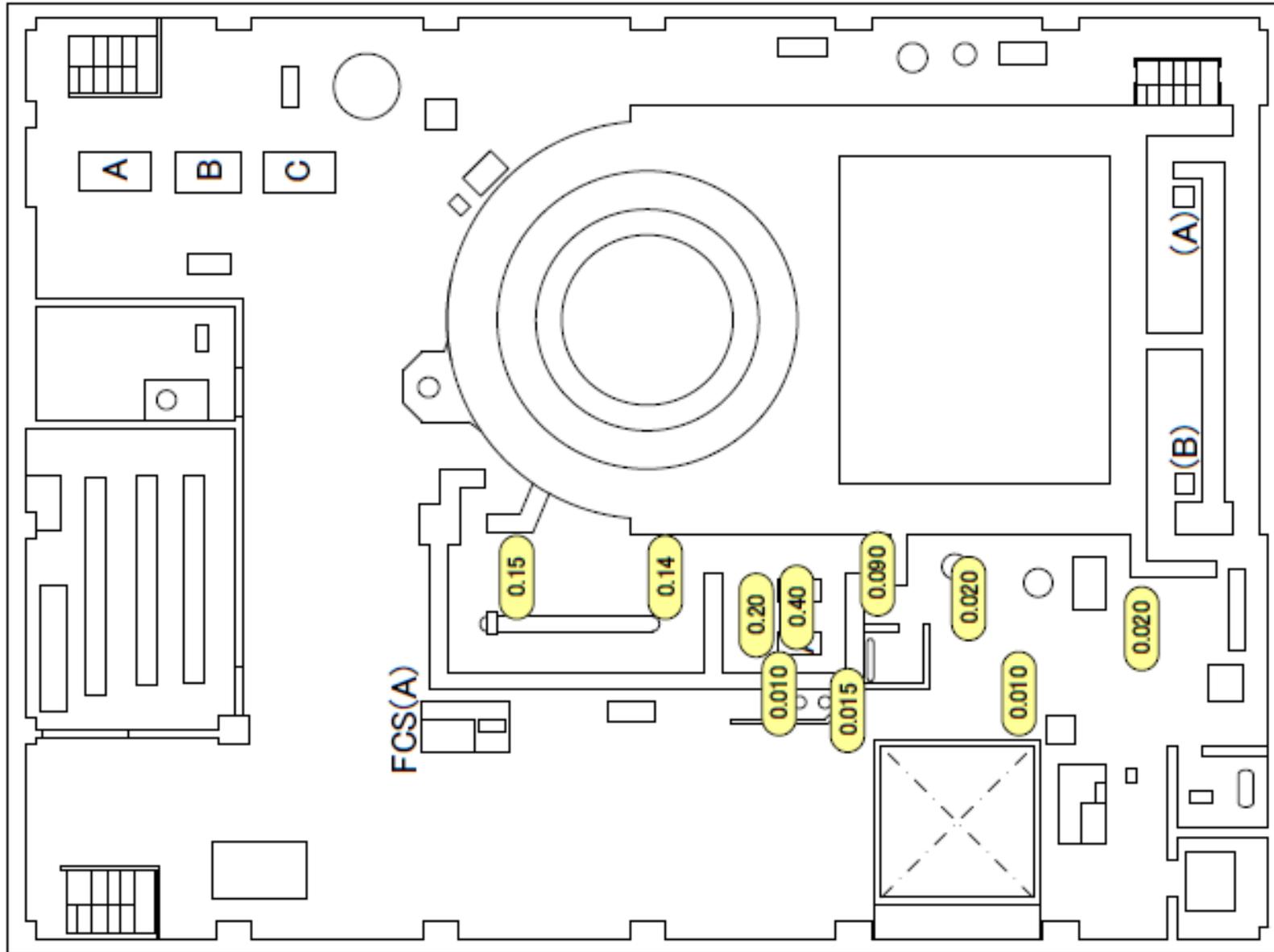
4号機R/B 4階



4号機原子炉 建屋 2階

単位：mSv/h

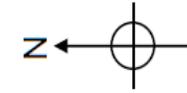
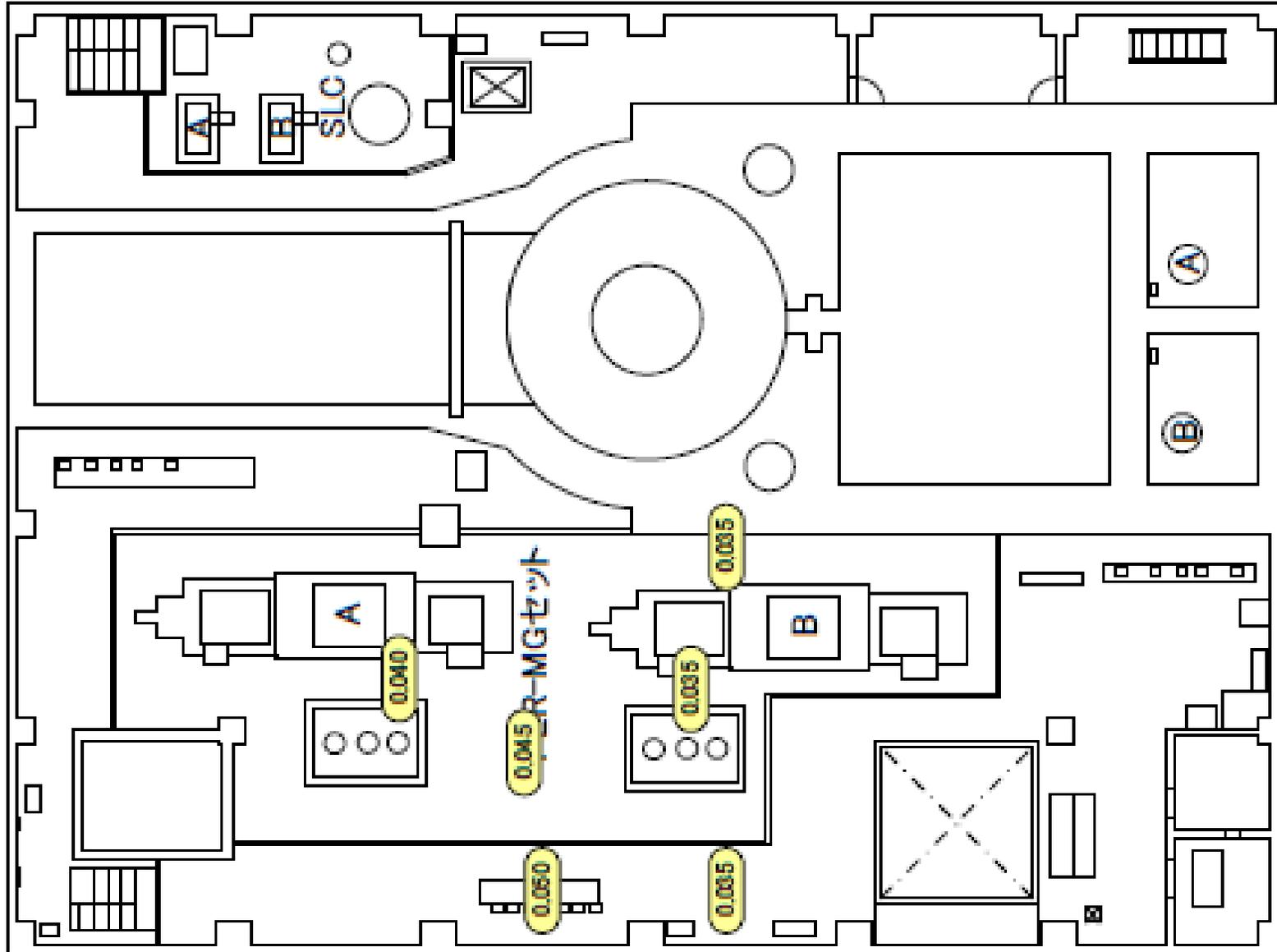
建屋内の空間線量率について
データ採取期間
4号機：2018年1月1日～2018年12月31日
(2019年3月29日東京電力ホールディングス株式会社福島第一廃炉推進カンパニーより抜粋)



4号機原子炉 建屋 3階

単位：mSv/h

建屋内の空間線量率について
データ採取期間
4号機：2018年1月1日～2018年12月31日
(2019年3月29日東京電力ホールディングス株式会社福島第一廃炉推進カンパニーより抜粋)



4号機原子炉 建屋 4階

単位:mSv/h

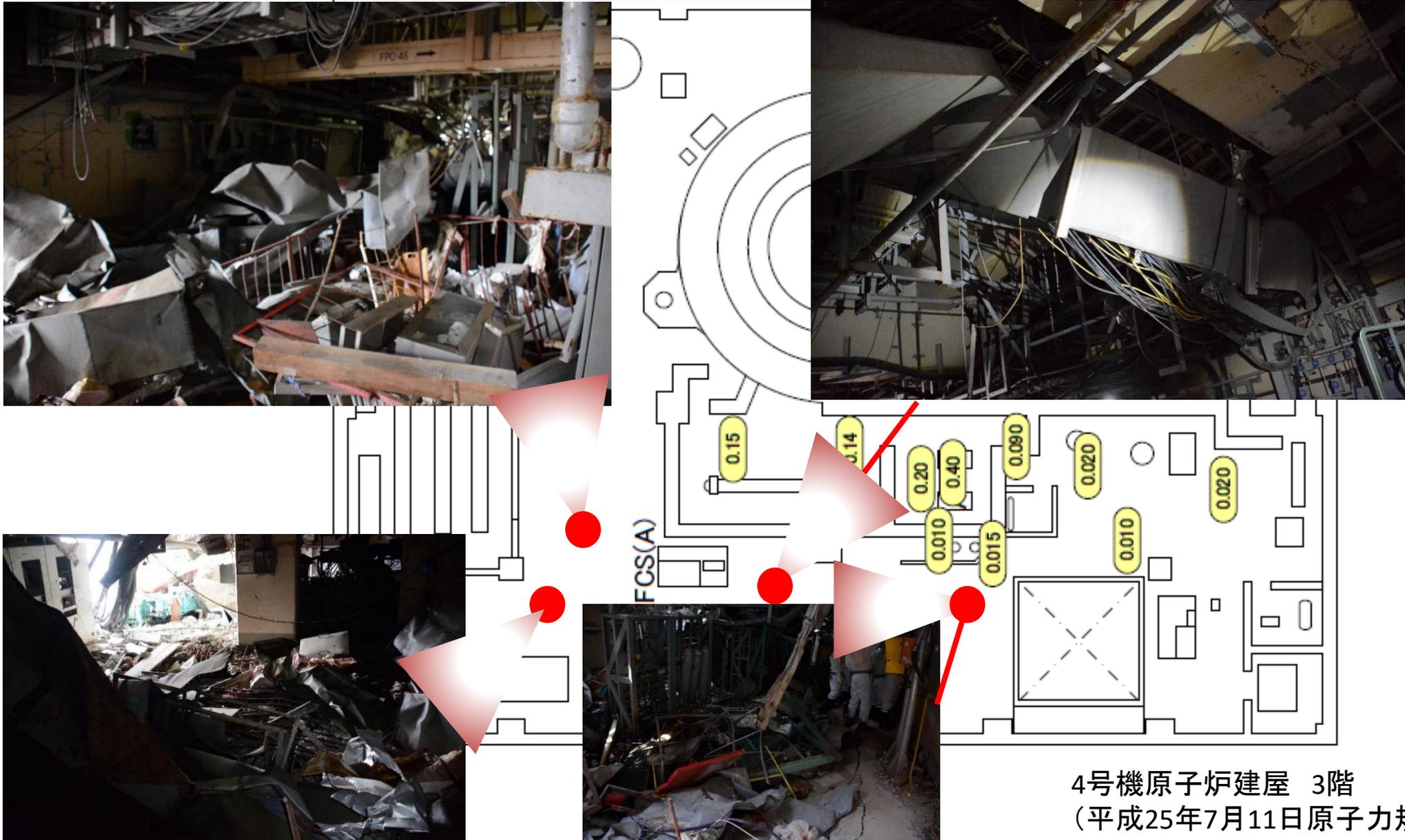
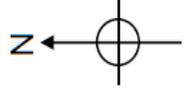
建屋内の空間線量率について
データ採取期間
4号機:2018年1月1日～2018年12月31日
(2019年3月29日東京電力ホールディングス株式会社福島第一廃炉推進カンパニーより抜粋)

4号機原子炉建屋2階、3階のこれまでの損傷状況の概要

- 平成25年7月、令和元年7月、12月の現地調査等

4号機原子炉建屋3階の損傷状況の概要

【 参 考 】



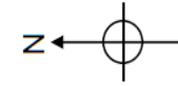
4号機原子炉建屋 3階
(平成25年7月11日原子力規制庁撮影)

令和元年12月20日原子力規制庁撮影

令和元年7月26日原子力規制庁撮影

【 参 考 】

令和元年7月26日原子力規制庁撮影



令和元年7月26日原子力規制庁撮影



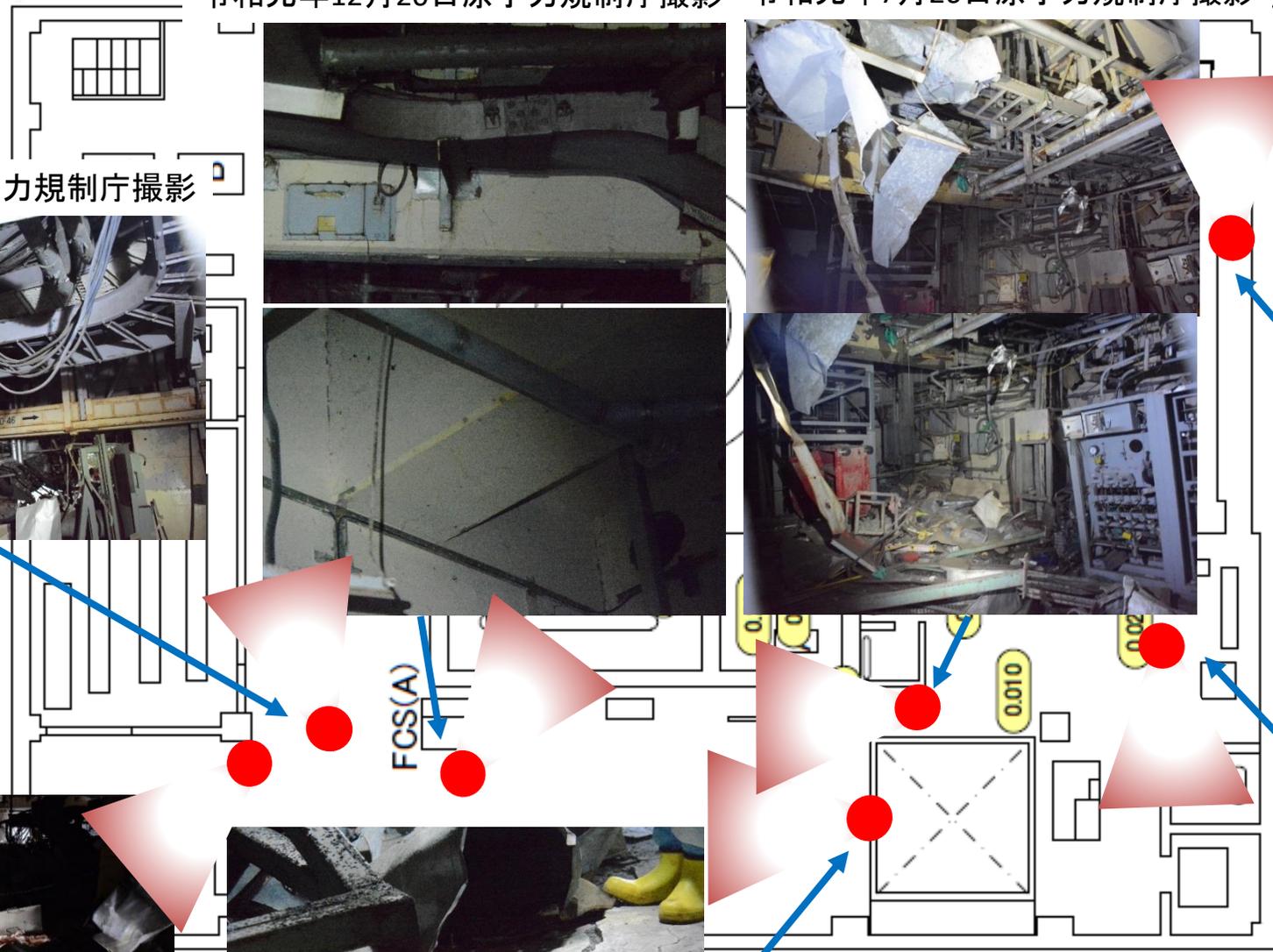
令和元年7月26日原子力規制庁撮影



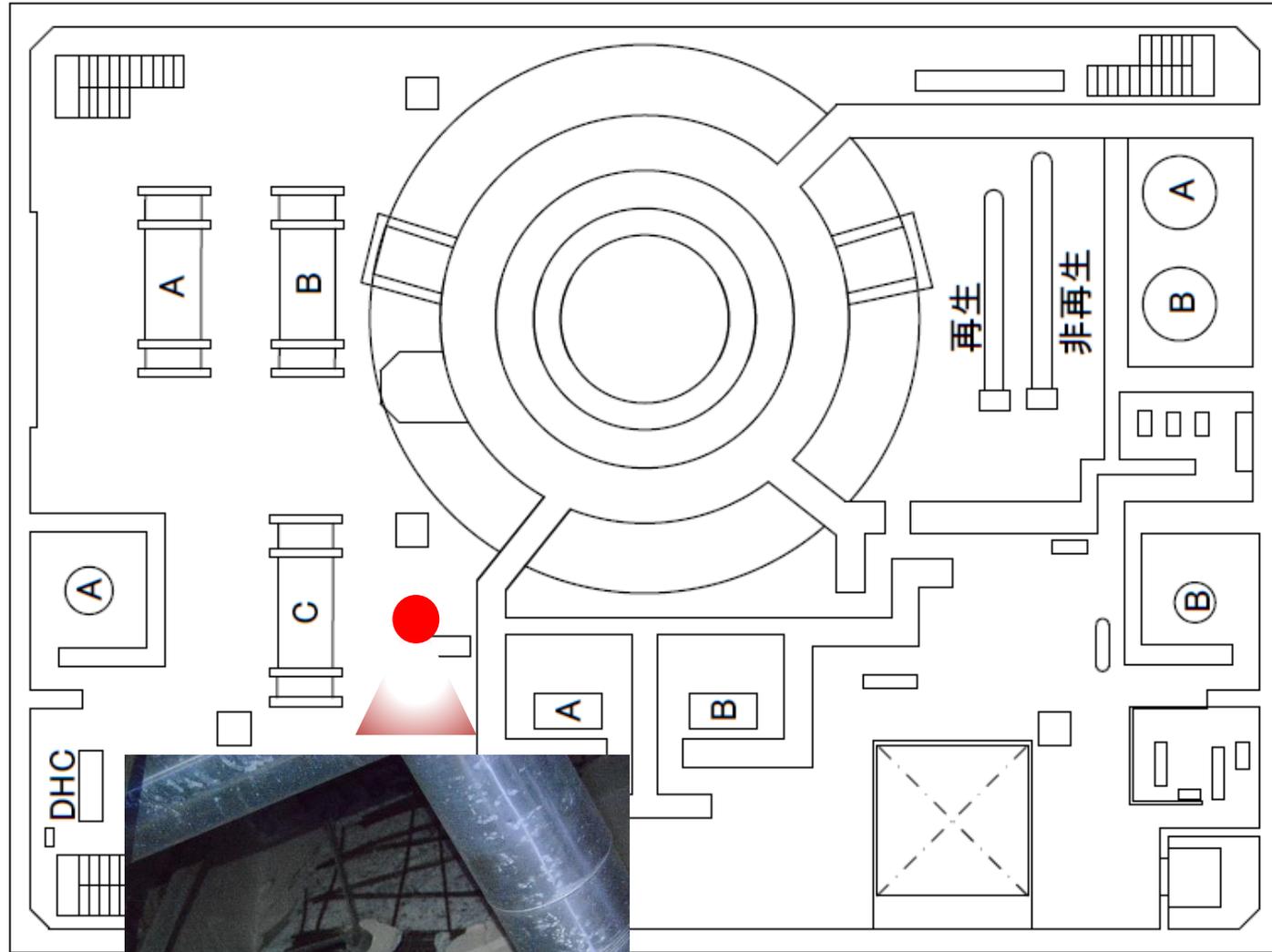
平成25年7月11日原子力規制庁撮影



令和元年12月20日原子力規制庁撮影



4号機原子炉
建屋 3階



4号機原子炉
建屋 2階

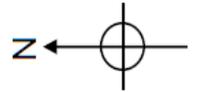


令和元年12月20日原子力規制庁撮影

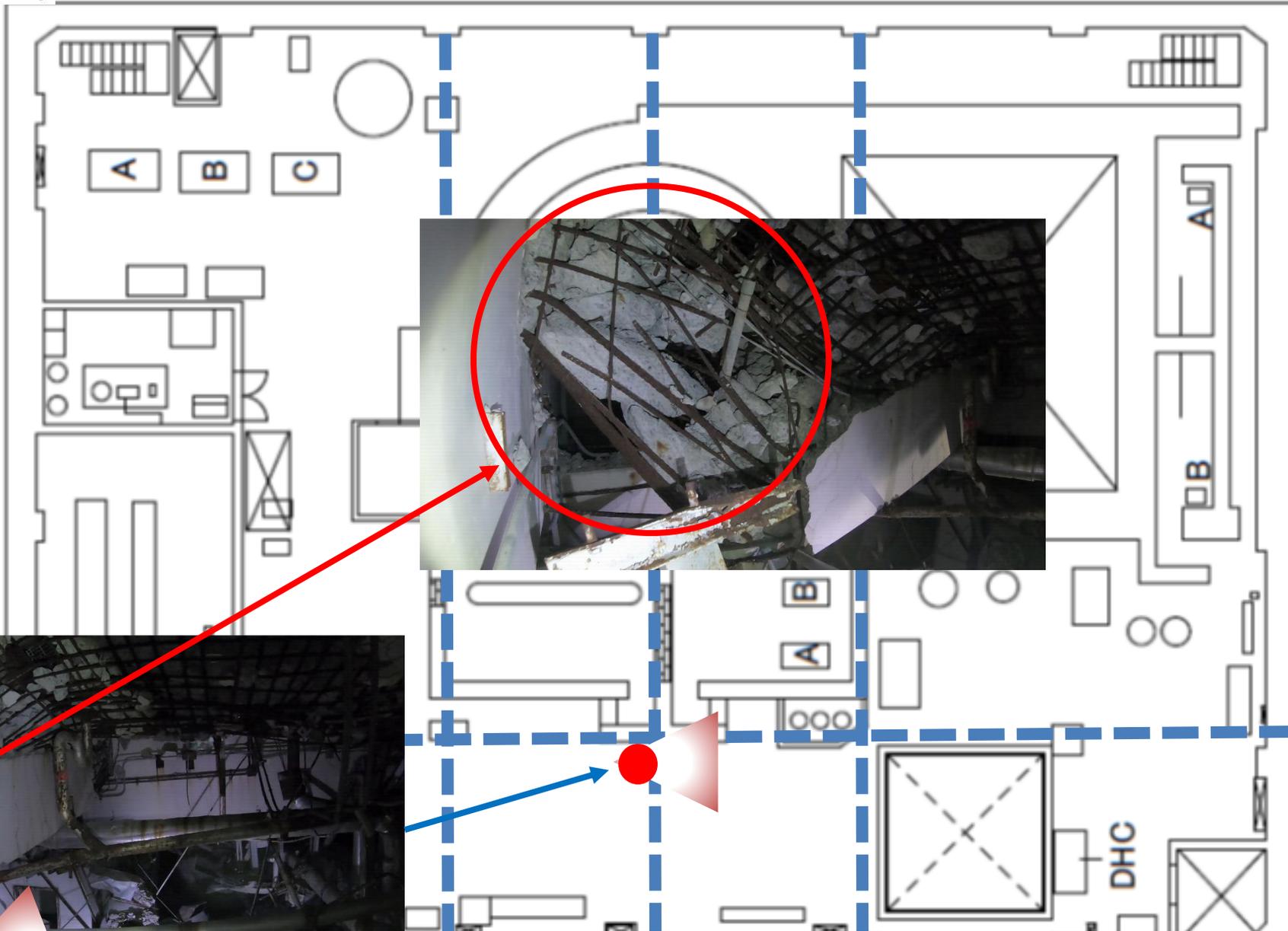
3号機原子炉建屋3階のこれまでの損傷状況の概要

- 令和元年11月、12月の現地調査等

【参考】



3号機原子炉
建屋 3階



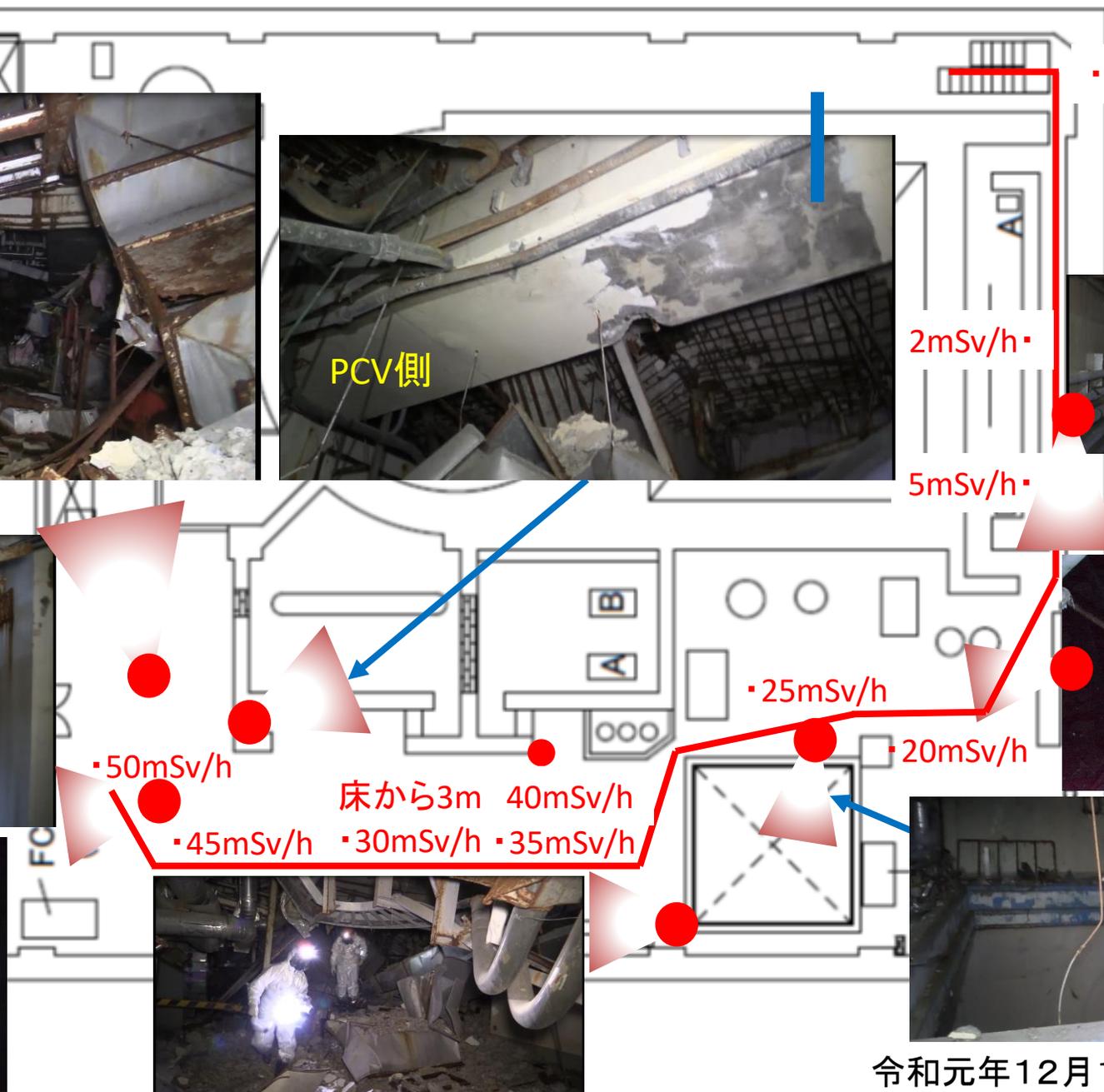
※12/26の検討会において撮影箇所を修正しました。

令和元年12月12日原子力規制庁撮影

【参考】



3号機原子炉
建屋 3階



令和元年12月12日原子力規制庁撮影

2号機オペフロの調査結果について

～令和2年1月30日現地調査結果～

目的①(リスク低減、燃料取り出し工法や作業時の線量低減に資する調査)

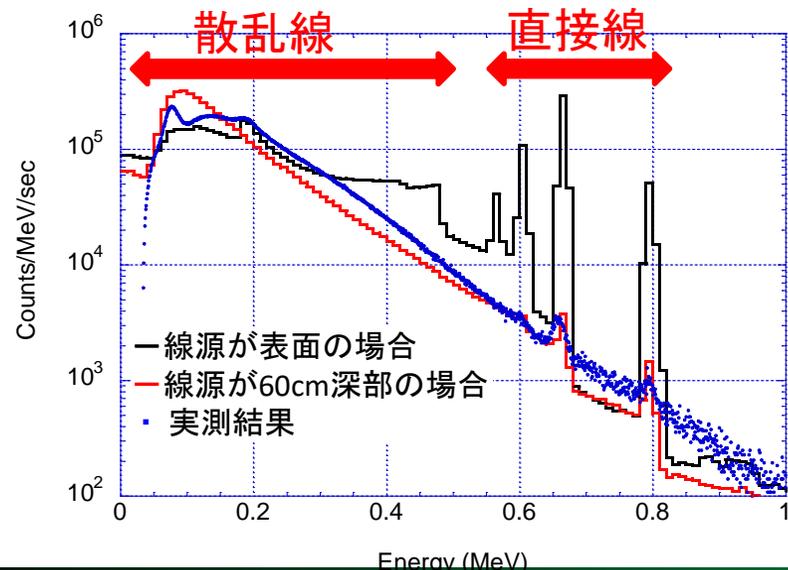
- 東京電力による2号機原子炉建屋オペレーティングフロア(オペフロ)の除染において、表面の汚染が線源と想定して床面の洗浄やハツリ等の除染作業を行っているが、現時点で十分な線量率の低減効果が得られていない。
- 規制庁は、原子炉直上のシールドプラグの下面等に高密度の汚染があり、これが大きな線源となっていると推定。
- 規制庁は、オペフロ上において線源がシールドプラグ下面などの深部にあることを確認する。

目的②(事故の分析に資する調査)

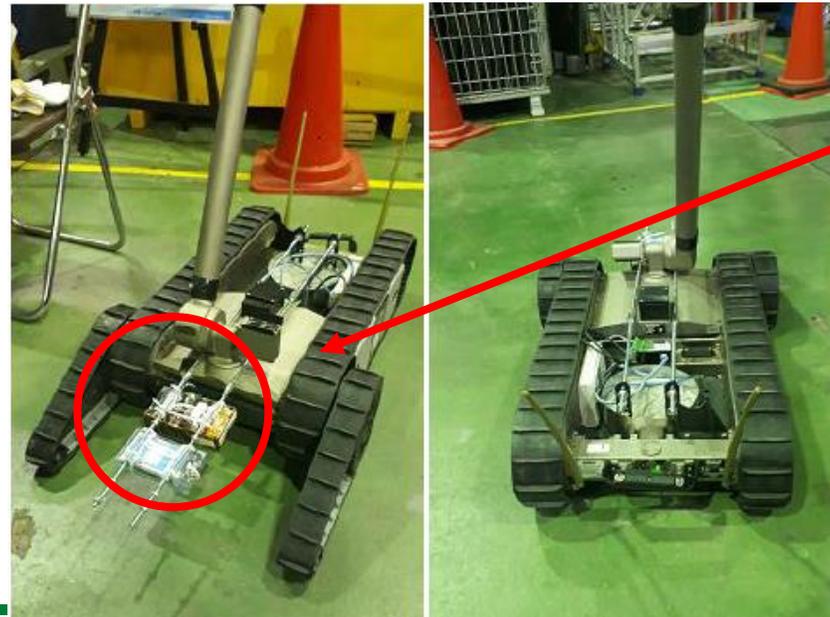
- 事故の分析の観点から、規制庁は、オペフロにおいて、シールドプラグ上の γ 線源の分布を測定、分析することで、事故当時に放出された放射性物質がどのような経路を通じて放出されたのか、また現在付着している放射性物質の核種や吸着量の検討を行う。

汚染状況の把握

シミュレーションと実測の比較



東京電力所有の調査ロボットを用いた遠隔測定

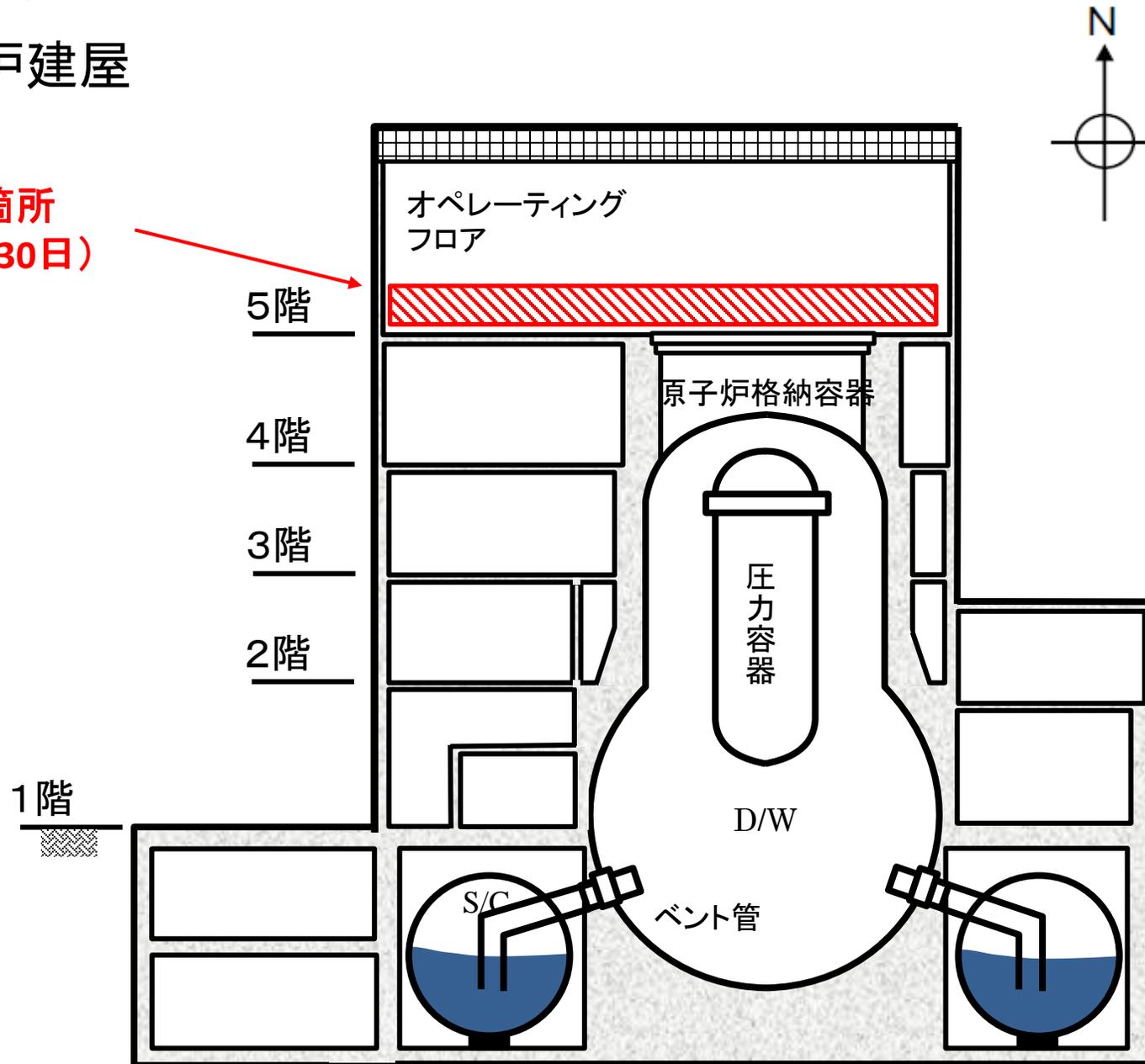


γ 線検出器
散乱してエネルギーが低くなった γ 線を捉える機能を持つ

東京電力より提供

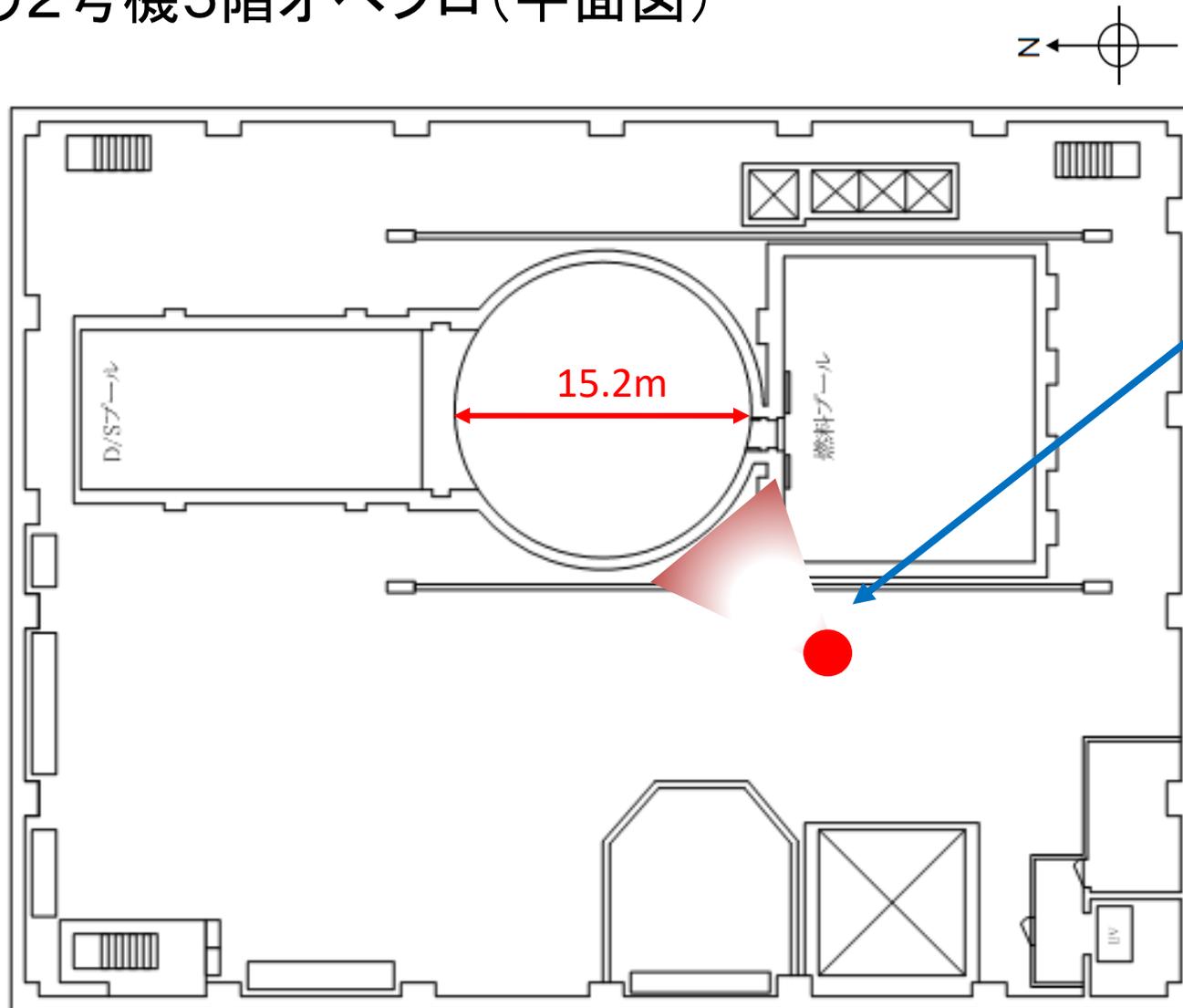
○2号機原子炉建屋 (東西断面)

現地調査箇所
(令和2年1月30日)

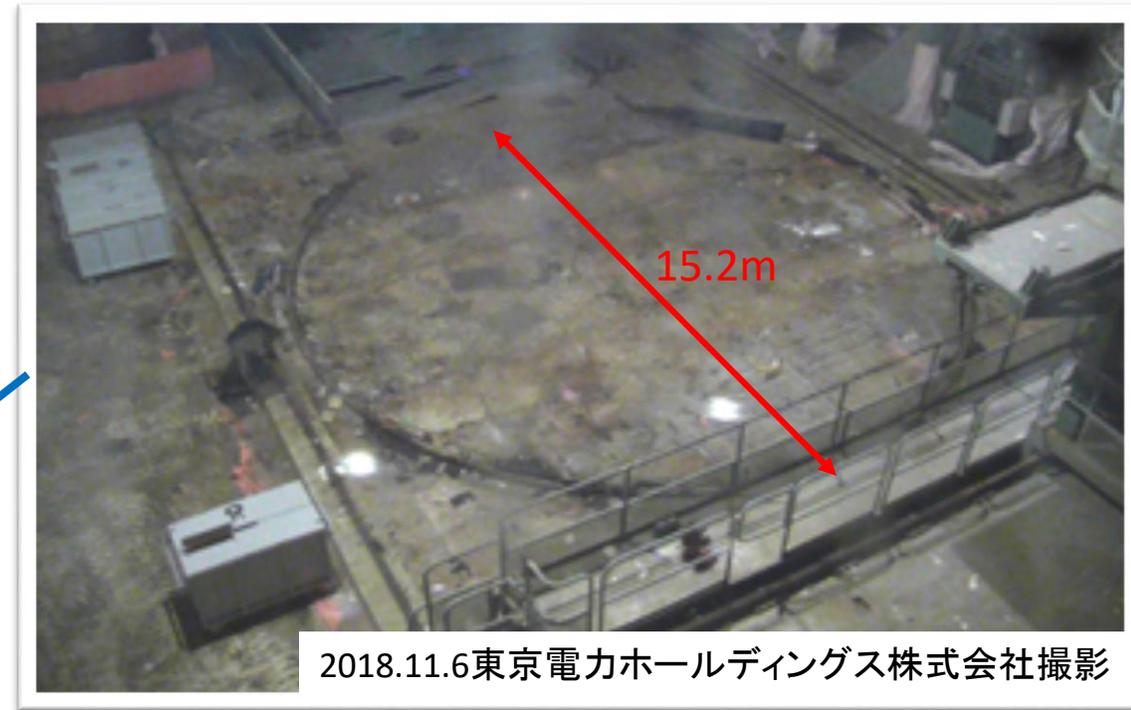


東京電力「福島第一原子力発電所
原子炉設置変更許可申請書」
(平成15年6月現在)を基に作成

○2号機5階オペフロ(平面図)



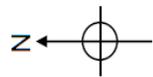
5階



○2号機5階オペフロ(ガンマカメラ撮影範囲)



約4度



約8度

約17度

視野 約135度

2号機原子炉ウェルプラグ上の線量率に起因する線源調査結果について ～遠隔操作ロボットによる線量率測定結果～

2020. 2. 3

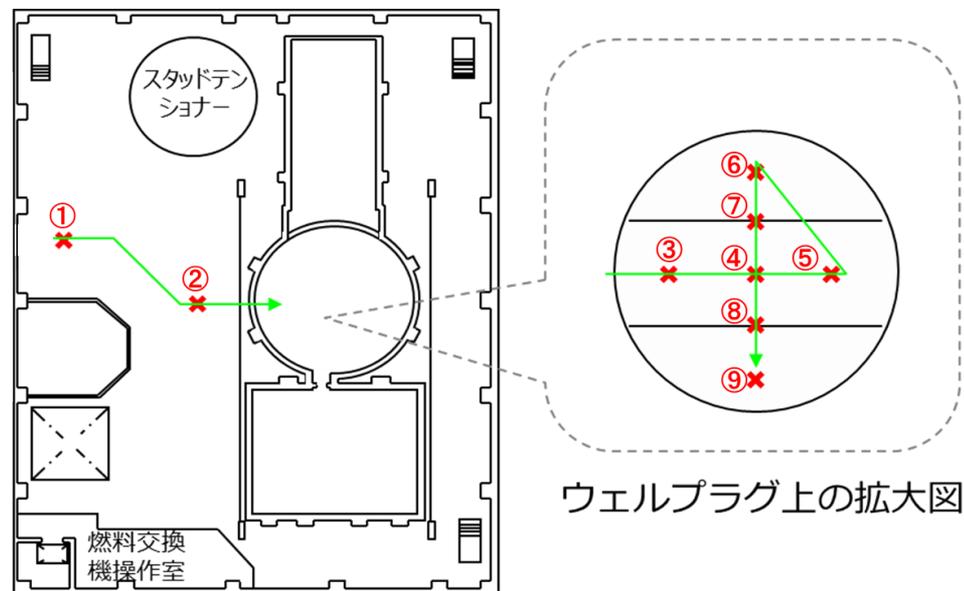


東京電力ホールディングス株式会社

- 測定日 : 2020年1月30日
- 測定場所 : 2号機原子炉建屋オペレーティングフロア
- 測定器 : 電子式個人線量計 2個 (鉛2mmの遮蔽付 : APD②、アクリル2mmのケース付 : APD①)
(データ出力 : 2分間の積算線量[mSv/2min] ※抽出後に1時間相当[mSv/h]に換算)
- 測定位置 : 横方向) 右下図中を参照、高さ方向) 床面より約10cm
- 測定結果 : 測定値[1cm線量率]は左下の表を参照。

(単位 : mSv/h)

測定点	鉛遮蔽なし APD①	鉛遮蔽あり APD②	比率 (②/①)
①	10.6	7.89	0.75
②	13.2	9.06	0.68
③	153	120	0.78
④	291	262	0.90
⑤	165	148	0.90
⑥	360	335	0.93
⑦	683	657	0.96
⑧	473	428	0.90
⑨	164	131	0.80



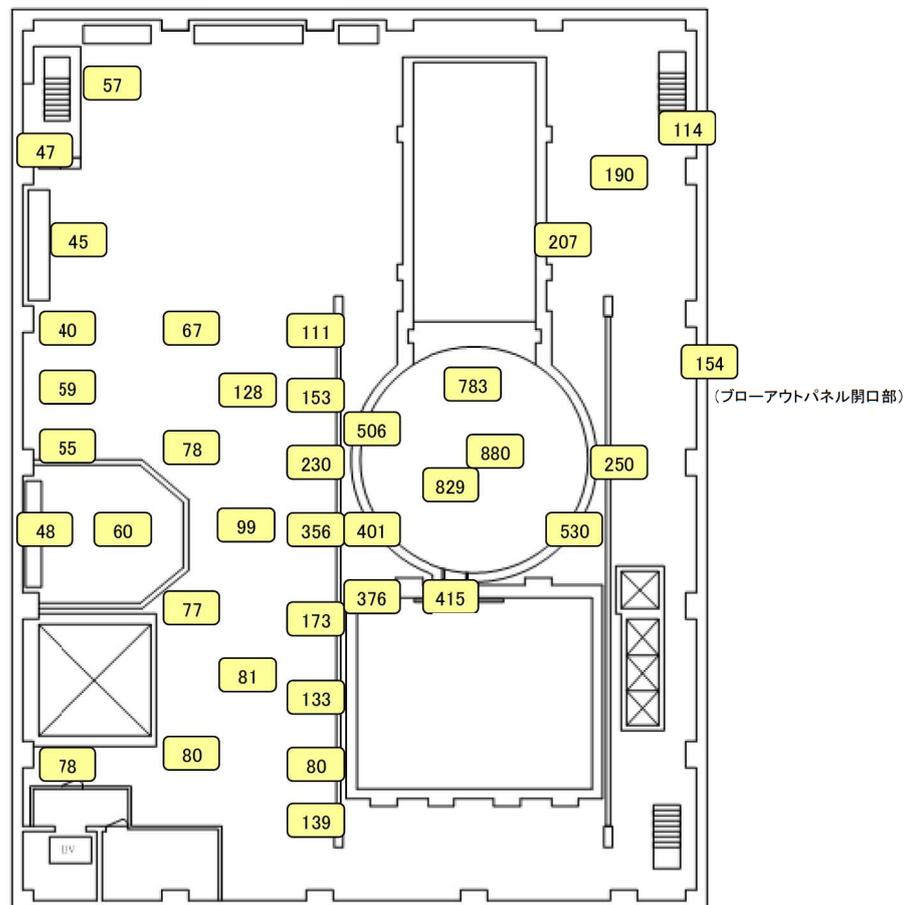
2号機原子炉建屋 5階 オペフロ

< 参考資料 >
平成25年3月22日
東京電力株式会社

建屋内の空間線量率について

データ採取期間

・ 2号機 : 平成23年4月～平成25年2月 (2/18)



単位:mSv/h

2号機 原子炉建屋 5階

福島第一原子力発電所

3号機原子炉建屋オペレーティングフロアの 線量低減状況について

2016年3月31日

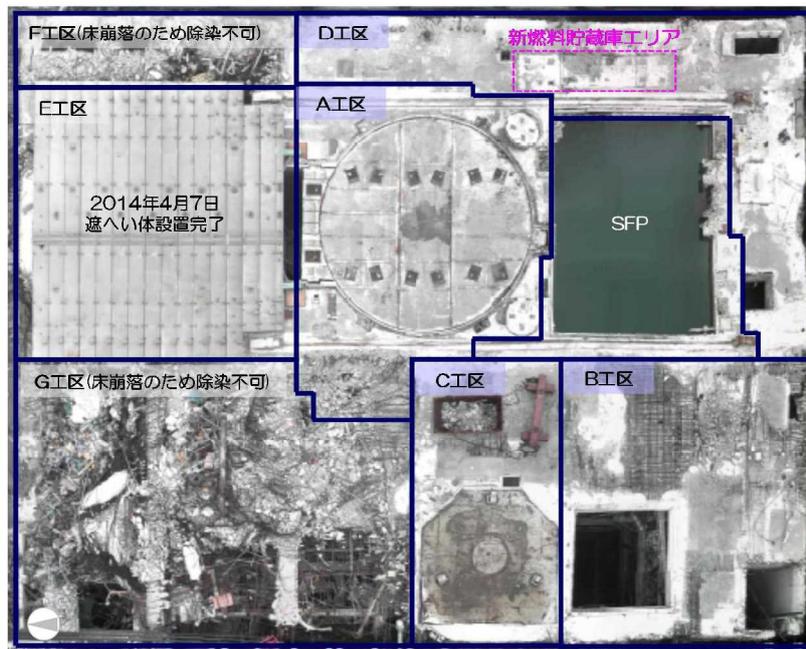
東京電力株式会社



無断複製・転載禁止東京電力株式会社

オペフロ除染の進捗

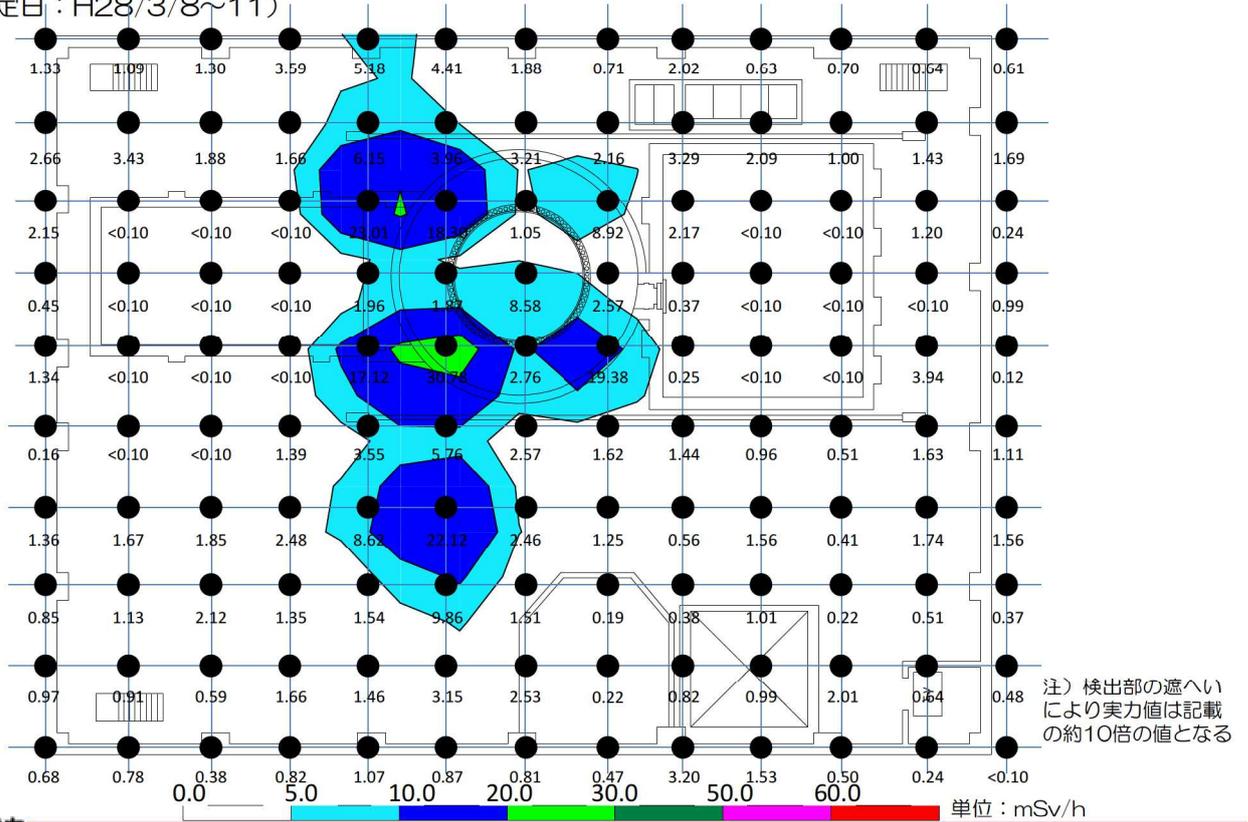
- 主に燃料取り出し専用カバー・燃料取扱機等設置において、オペフロ有人作業を要するエリアの線量低減を目的にオペフロ除染、および、オペフロへの遮へい体設置からなる線量低減策を実施してきた。
- オペフロ除染は新燃料貯蔵庫エリア(蓋の撤去を計画)を除き2016年3月7日までに作業が完了した。
- 2015年10月に実施したγスペクトル測定においてもオペフロ上の線源は、散乱線の大きくなるような領域(表面ではない場所)に線源があると推定されることから、今後は除染よりも遮へいに移行する段階にあることを確認。



3号機オペフロ線量低減工区(合成写真 撮影日:2016.2.20)

FL+0.5m線量率(今回の測定結果)

- ABC工区除染完了後に実施したFL+0.5m高さでのコリメート付き線量測定装置による測定結果を示す (測定日：H28/3/8~11)



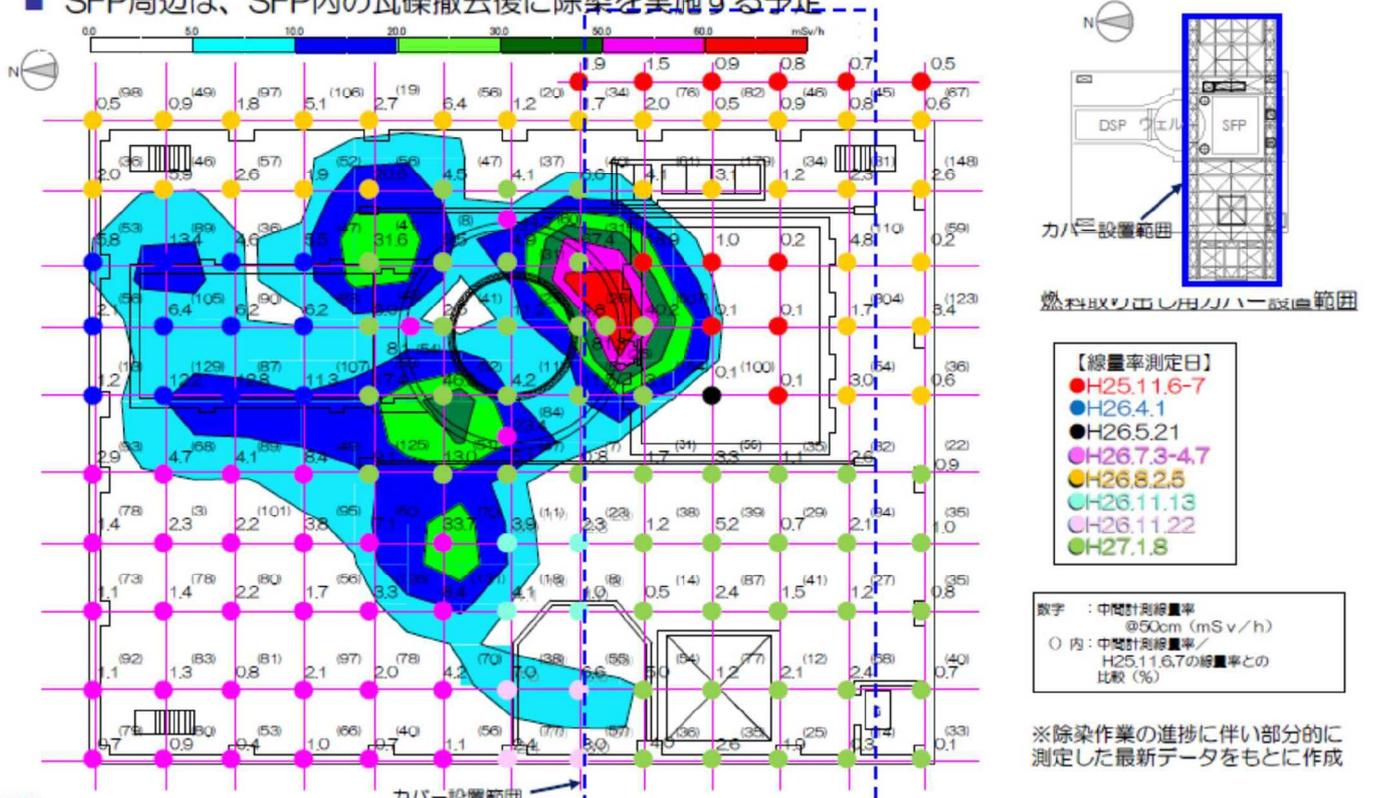
東京電力

無断複製・転載禁止東京電力株式会社

FL+0.5m線量率(過去の測定結果)

H27.7.1監視・評価検討会資料より抜粋

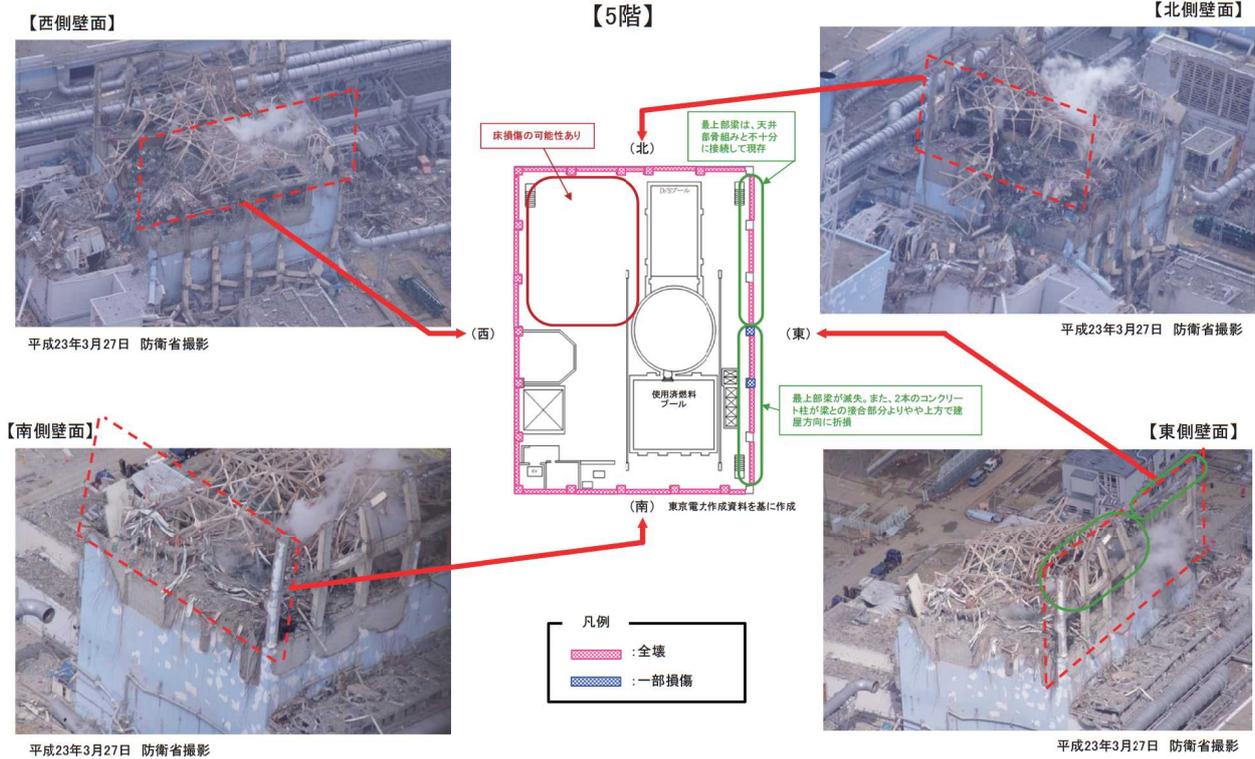
- 現在のオペフロ+50cm高さでのコリメート付き線量測定装置による測定値は以下の通り
- SFP周辺は、SFP内の瓦礫撤去後に除染を実施する予定



東京電力

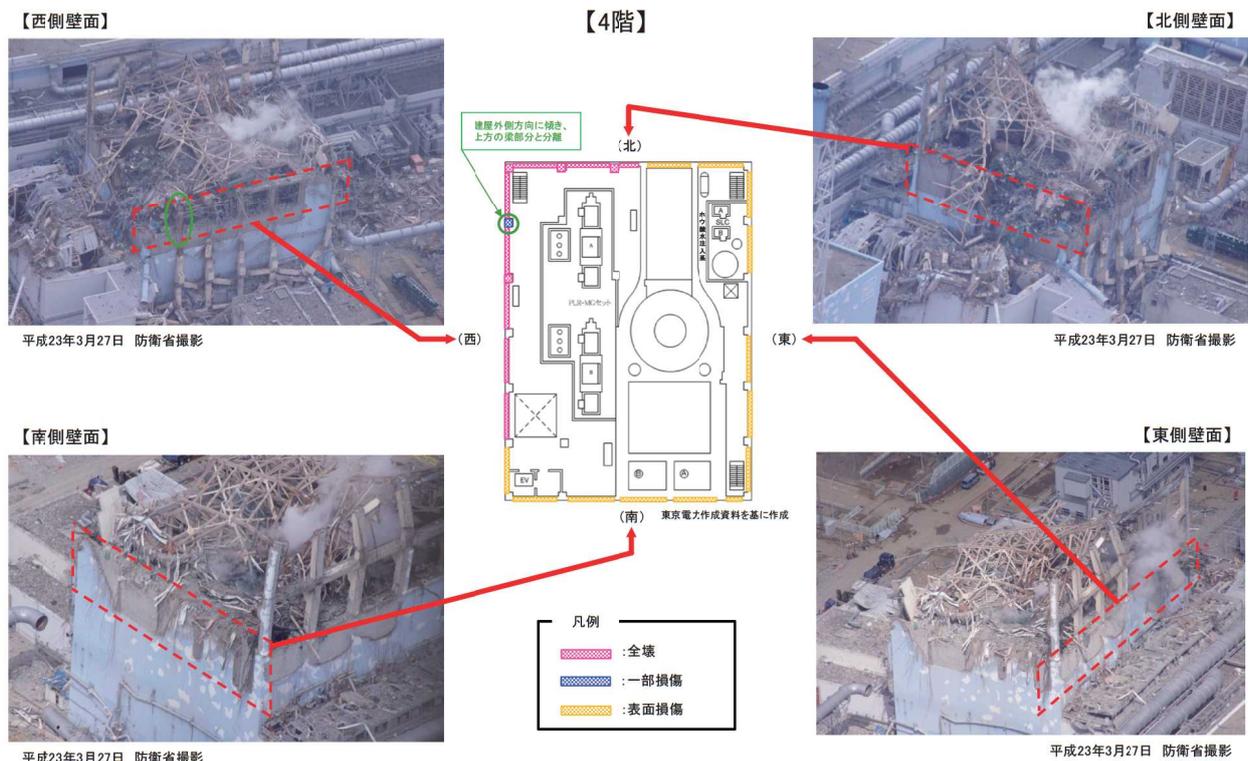
無断複製・転載禁止東京電力株式会社

3号機R/Bの損傷状況

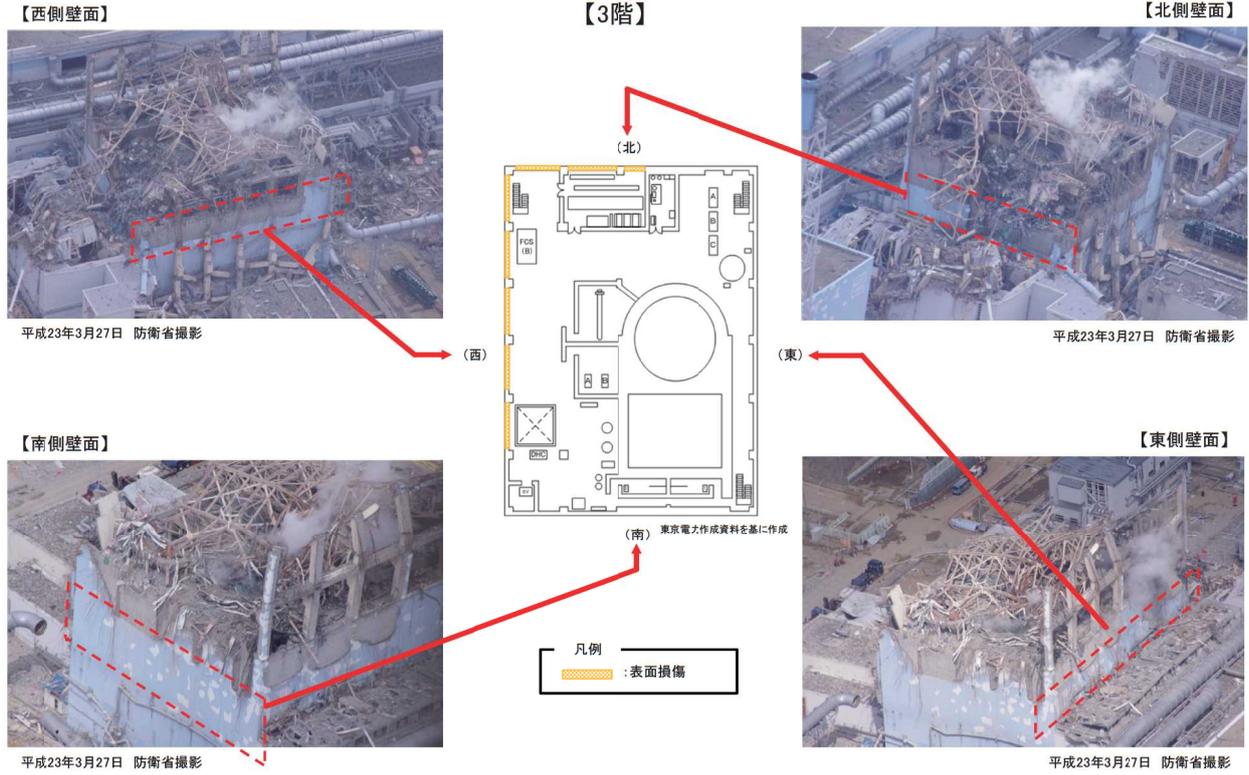


-311-

3号機R/Bの損傷状況

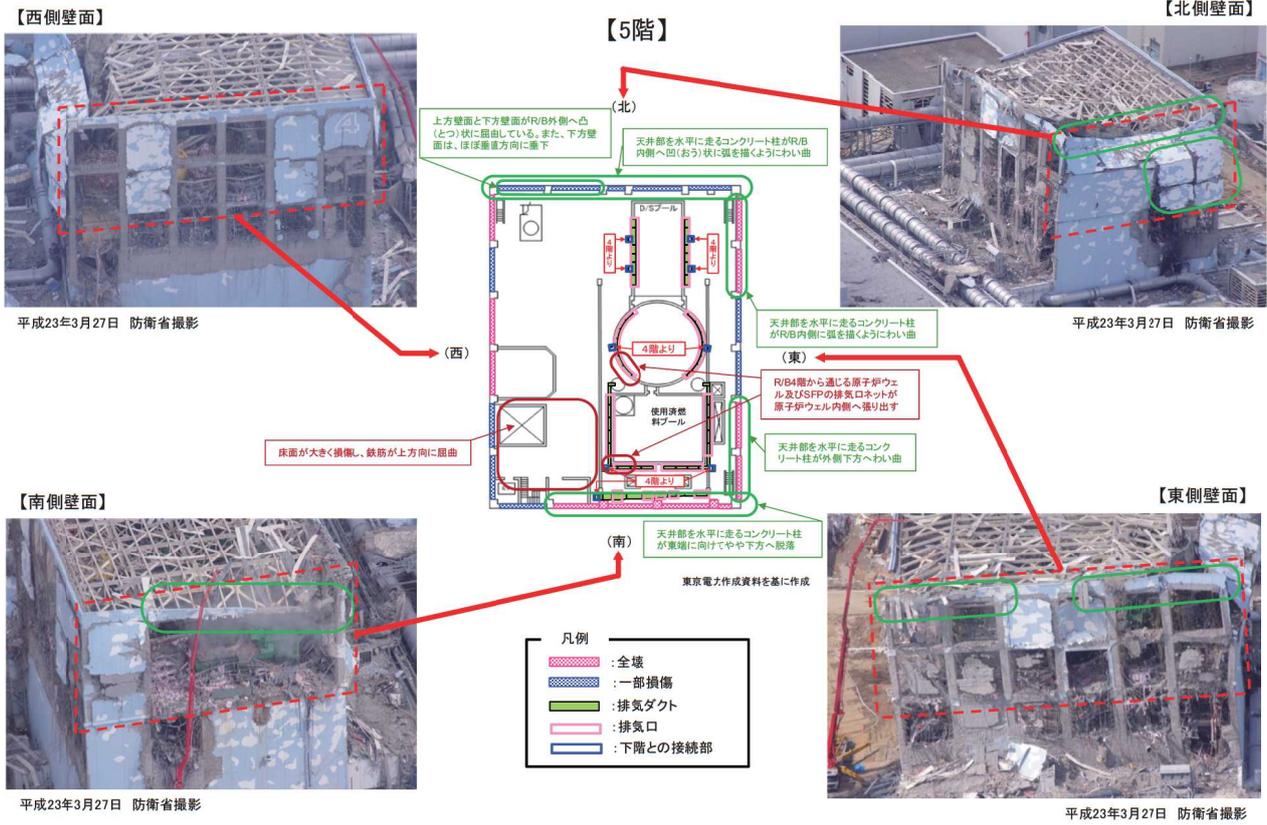


3号機R/Bの損傷状況



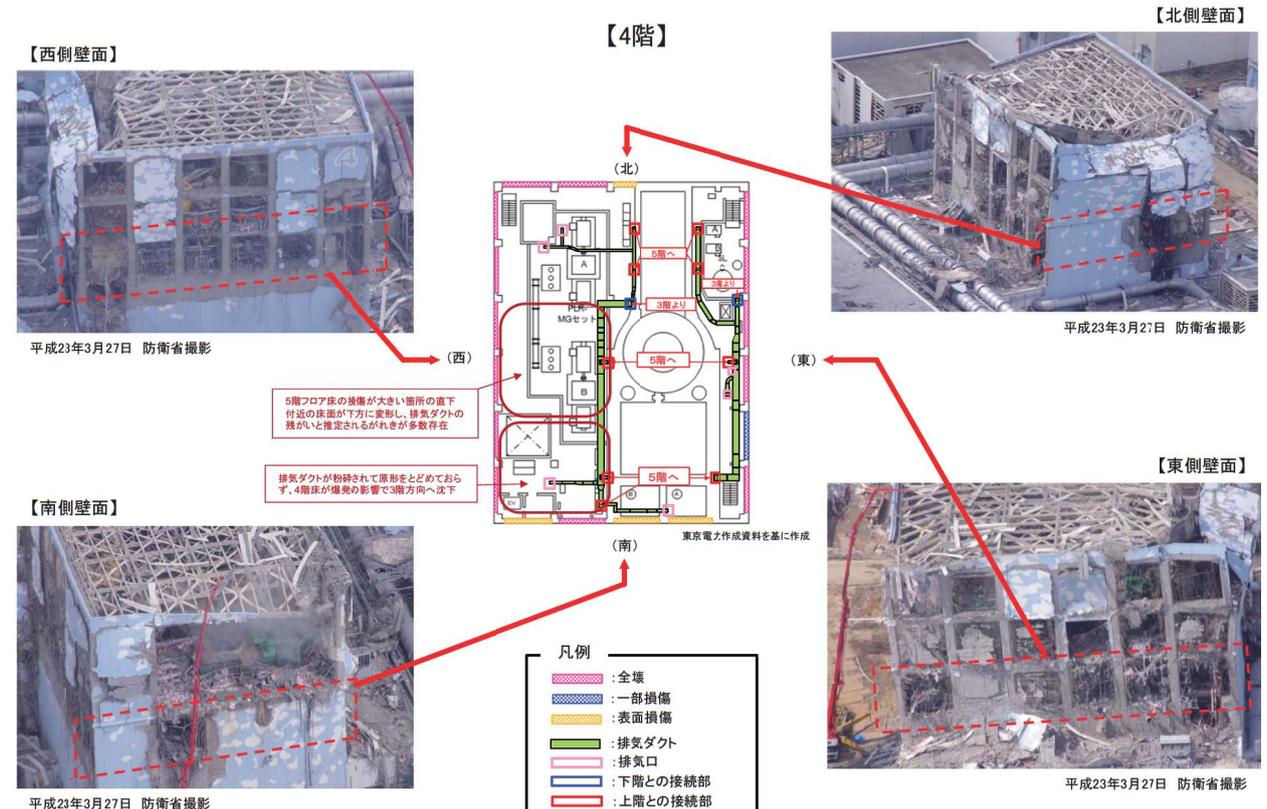
ここにテキストを入力

4号機R/Bの損傷状況

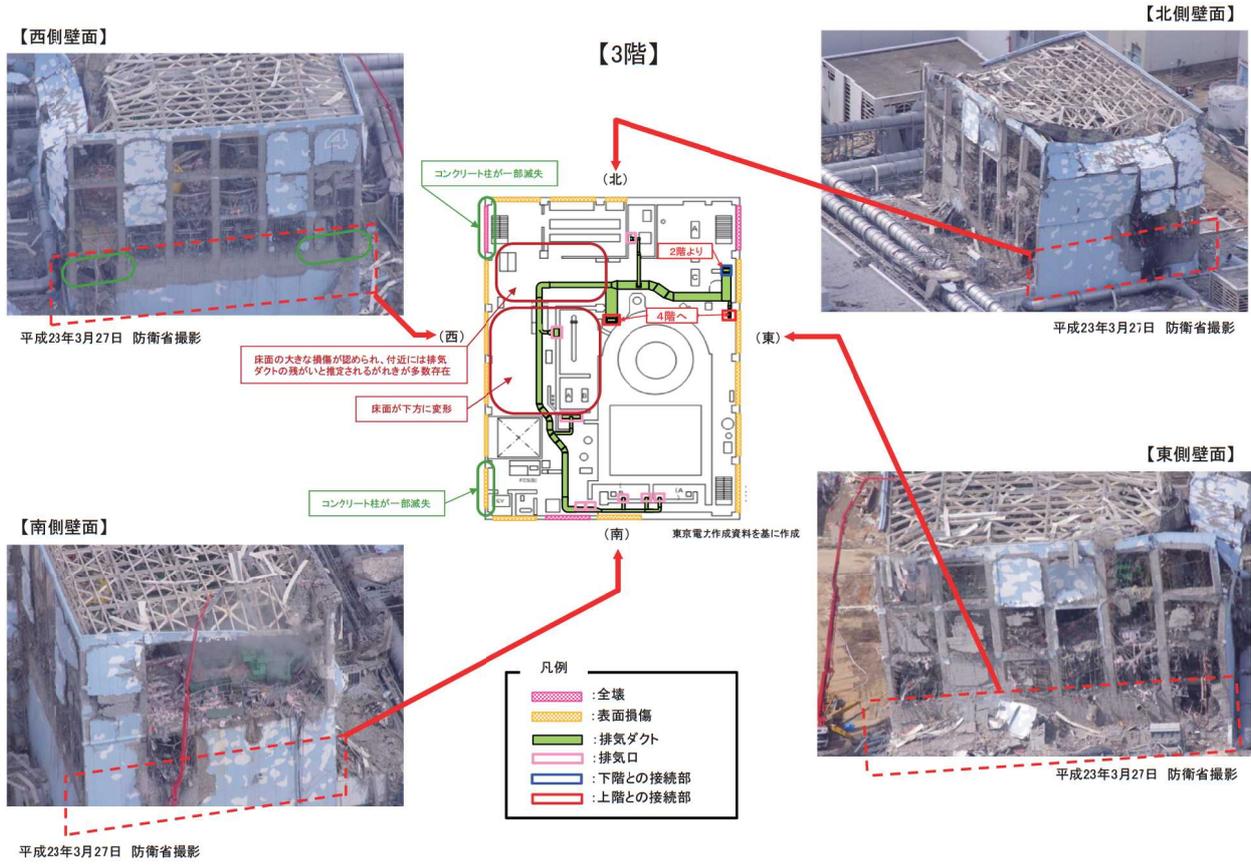


-317-

4号機R/Bの損傷状況



4号機R/Bの損傷状況



2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付後調査 の結果について

2019/2/28

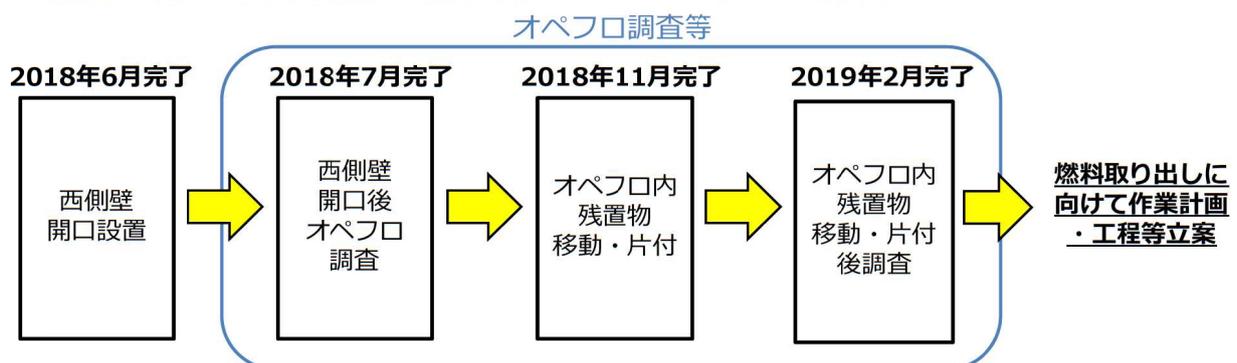
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 2号機原子炉建屋オペフロ調査等について

TEPCO

- 2号機原子炉建屋オペレーティングフロア(以下、オペフロという) 内において、2018年7月2日から7月18日にかけて、オペフロ内の残置物を移動させずに実施可能な範囲について遠隔ロボットによる線量や汚染状況、ダスト濃度等の調査(西側壁開口後オペフロ調査)を実施し、「残置物移動・片付」及び「残置物移動・片付後調査」に支障がないことを確認した。
- 2018年8月23日から11月6日にかけて、オペフロ全域を調査するにあたって支障となる残置物等の片付作業(オペフロ内残置物移動・片付)を実施。
- 2018年11月14日からオペフロ全域の汚染状況及び設備状況等の調査(オペフロ内残置物移動・片付後調査)を開始し、2019年2月1日に完了。



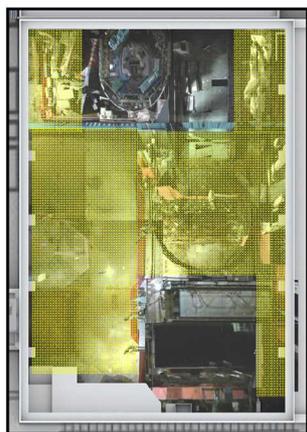
■目的

2号機使用済燃料プール内の燃料取り出しに向け、周辺環境や作業員に対する安全上のリスクが増加しないよう放射性物質の飛散防止対策の徹底、除染方法・遮へい・設置設備等の設計並びに作業計画の立案を目的として、オペフロ内の床・壁面・天井部について線量測定、汚染状況及び残置設備の状態等について調査を実施。

■主な調査内容

- ✓表面/空間線量率測定
- ✓表面汚染測定
- ✓ダスト測定
- ✓オペフロ内カメラ撮影
- ✓3Dスキャンによる寸法形状測定
- ✓γカメラ撮影

北
↑



今回調査範囲
(壁・天井についても調査)

調査に用いた遠隔無人重機・ロボット



BROKK400D
主な役割
・転倒防止対策用スロープ設置
・γカメラ撮影 等



Kobra (左) Packbot (右)
主な役割
・表面/空間線量率測定、表面汚染測定
・調査助勢 等

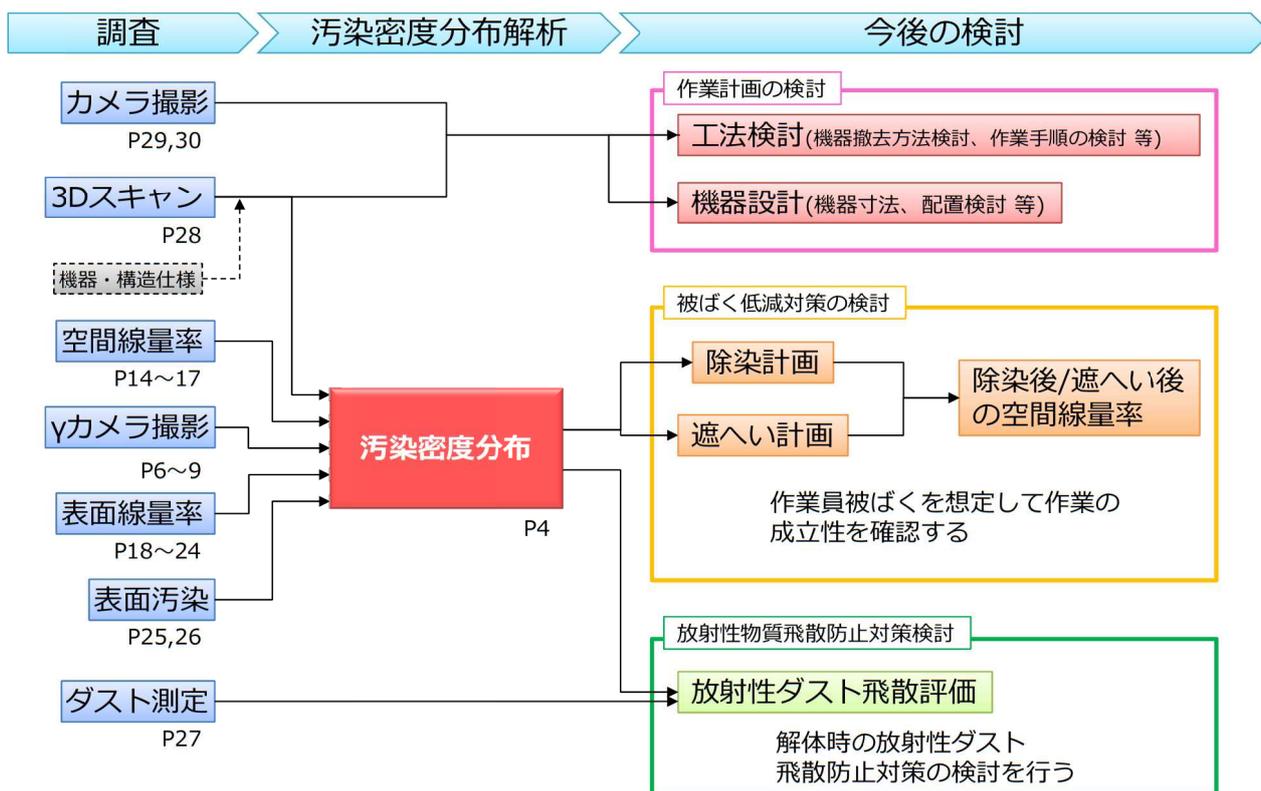


Survey Runner
主な役割
・3Dスキャン
・調査助勢 等



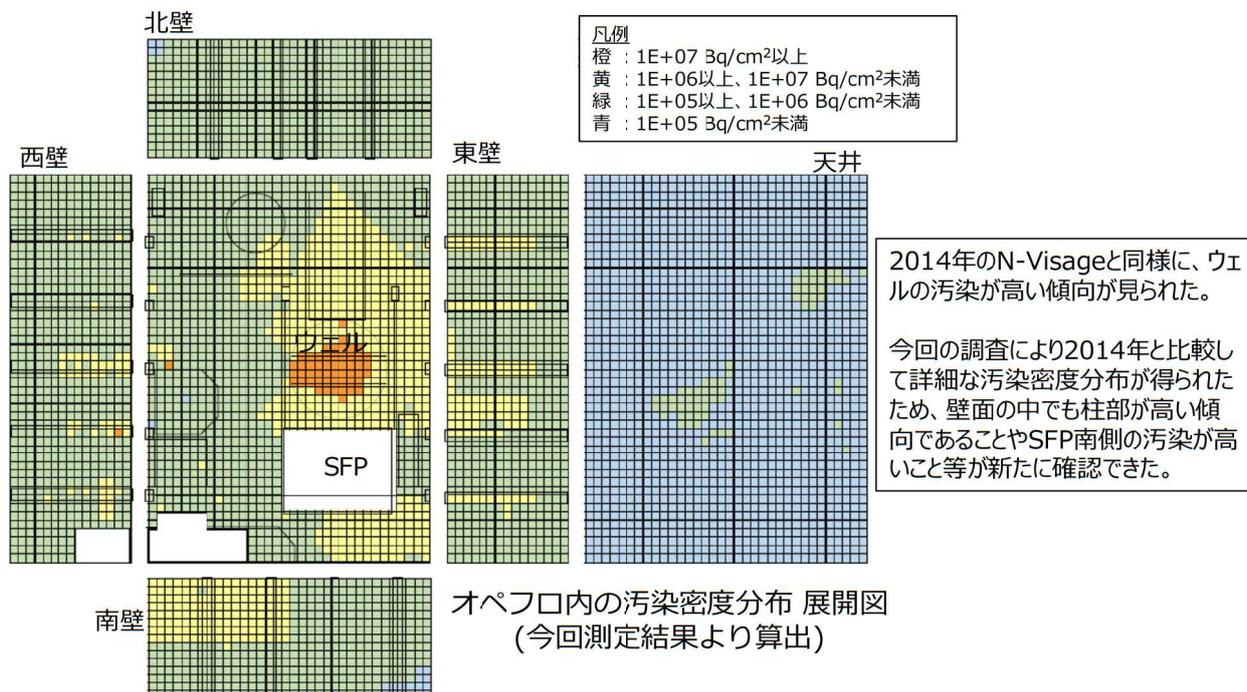
高所除染台車
主な役割
・表面/空間線量率測定
・表面汚染測定
・3Dスキャン 等
(高所部測定時使用)

【参考】 汚染密度分布解析と今後の検討について

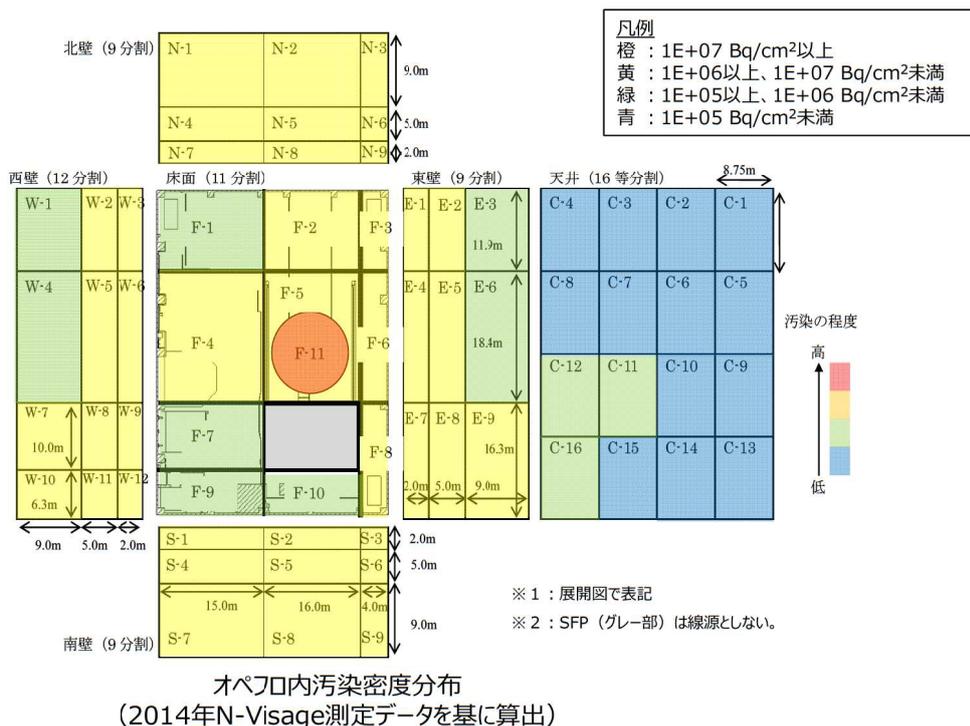


3. 調査結果から解析した汚染密度分布について

- 今回の調査結果より、汚染密度分布解析を行い、以下のオペフロの汚染密度分布の結果が得られた。



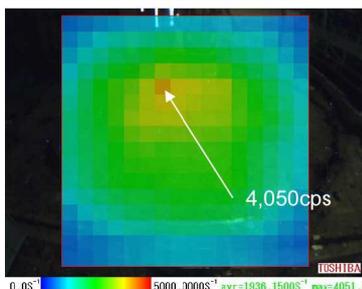
【参考】 2014年N-Visage測定に基づく汚染密度分布



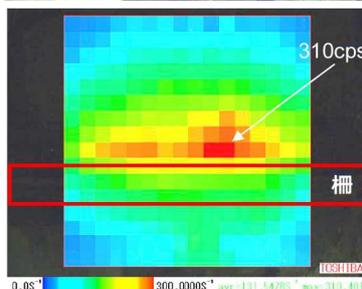
4. γカメラ撮影結果①

γカメラ撮影の結果特徴的な箇所の状況を以下に示す。

注：γカメラのコンター図の最大値は写真により異なる



【原子炉ウェル】
 ・ウェル上面は、養生シートやガレキの撤去をしたものの、依然として汚染レベルが高い状況。
 ・ウェル上面の汚染は、蒸気がウェルと養生シートに滞留し、その後乾燥したものと考えられることから、養生シートやガレキを撤去しても汚染は残留しているものと考えられる。



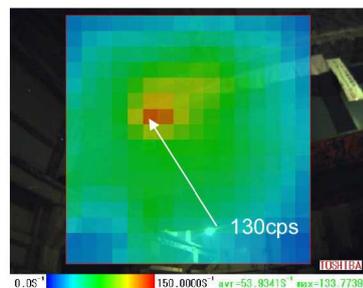
【機器ハッチ上面】
 ・機器ハッチが除染ピットと比較して汚染レベルが高い。機器ハッチの汚染は、柵の内側付近が高い。
 ・機器ハッチ手前の隙間から雨水等の水が流れ、その際に随伴した放射性物質が蓄積したと考えられる。



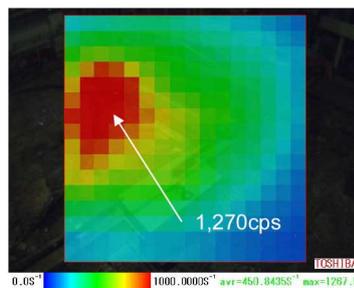
【ファンネル】
 ・雨水等の水がファンネルに流れこみ、その際に放射性物質を随伴し、ファンネルに汚染が蓄積したものと考えられる。
 ・逆の流れがないため、汚染が高い部分はファンネルに限定されていると考えられる。

4. γカメラ撮影結果②

注：γカメラのコンター図の最大値は写真により異なる



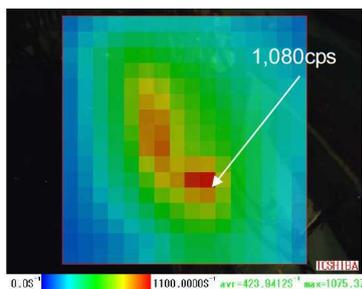
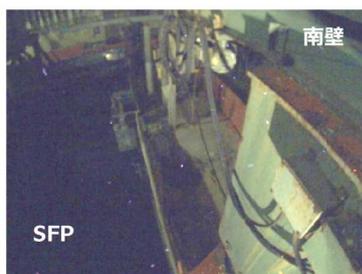
【天井クレーン】
 ・塗装の剥離していない部分（側面）と塗装の剥離が進行している部分で、顕著な汚染レベルの差は見られない。
 ・天井クレーンの西側部分に多少汚染レベルの高い箇所が見られる。これは上部からの雨水等の流れにより、天井クレーン下部に汚染が蓄積した可能性が考えられる。



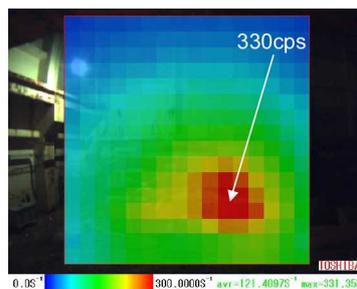
【燃料交換機】
 ・同時に撮影した原子炉ウェルの汚染レベルが高く、燃料交換機の中での汚染レベルの違いまでは確認できなかった。

4. γカメラ撮影結果③

注：γカメラのコンター図の最大値は写真により異なる



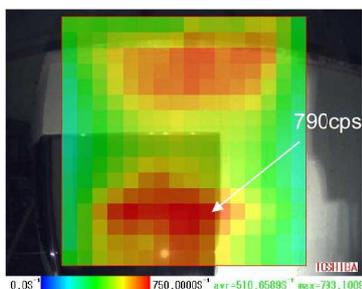
【南側エリア】
 ・床面あるいは低所付近が高くなっている。
 ・燃料プールとフェンス間は床養生がされているため、上部機器表面の放射性物質が雨水等で流され、床面に堆積したと考えられる。



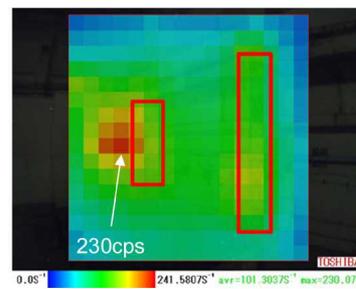
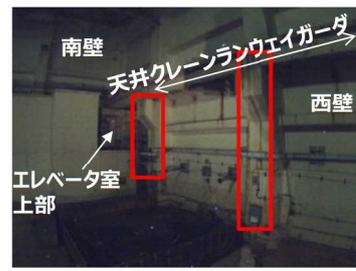
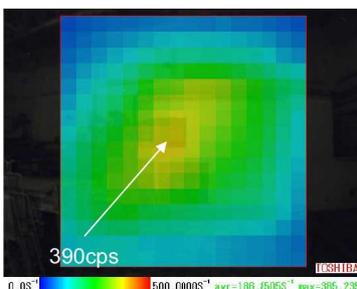
【スタッドテンショナー】
 ・スタッドテンショナー全体が高くなっている。
 ・表面線量の測定結果よりスタッドテンショナー下部、手前の残置物、フェンス間の床面が高くなっており、雨水等がスタッドテンショナーの上から下に流れたことが影響しているのではないかと考えられる。
 ・また、スタッドテンショナー下部は通常養生されているため、流された放射性物質が、床面に堆積したと考えられる。

4. γカメラ撮影結果④

注：γカメラのコンター図の最大値は写真により異なる



【燃料交換機操作室】
 ・燃料交換機操作室の操作室を中心に汚染レベルが高い。
 ・燃料交換機操作室壁面、窓ガラス外表面のβ線が高くはないので、内部からの線量の可能性が高い。なお、カメラ撮影結果（【参考6】参照）燃料交換機操作室ガラスが破損していることを確認。操作室内部に流入した放射性物質が結露水により流され床面に堆積したと考えられる。
 ・燃料交換機操作室屋上部分が高いのは、長年に亘ってほこりが堆積しており、このほこりに蒸気に伴った放射性物質が付着したと考えられる。



【柱、エレベータ室】
 ・壁に比べて柱が高い。
 ・柱部分のカメラ撮影結果（【参考6】参照）より水が流れた跡が確認できることから、天井クレーンランウェイガード上面に堆積した放射性物質が流れた影響と考えられる。
 ・エレベータ室上部が高いのは燃料交換機操作室上部と同様と考えられる。

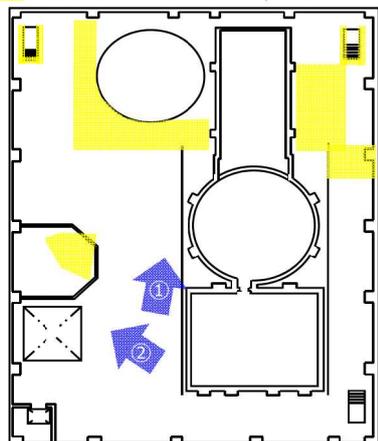
- 今回のオペフロ調査においては、汚染密度分布作成の元データともなる空間線量率、表面線量率および表面汚染等について測定を実施。
- 今後の放射性物質の飛散防止対策の検討、除染・遮へい方法検討及び作業計画立案等に際し、当該測定の結果に基づき考慮が必要な考察を以下に示す。
 - 空間線量率(P14~17)
 - ・ ウェル上の線量率が高く、主な線源はウェルプラグと推定。
 - ・ 過去の調査結果と比較して線量率が下がっており、自然減衰、建屋に流入した雨水の影響、残置物の移動・片付実施による影響が要因として考えられる。
 - 表面線量率(P18~24)
 - ・ ウェル上の表面線量率が高い。ウェル上面の汚染は、蒸気がウェルと養生シート間に滞留し、その後乾燥したものと考えられる。ウェル上のβ+γ/V比は床面と同程度であることから、表面汚染の影響が大きく、原子炉内部からのγ線の影響は小さいと考えられる。
 - ・ ほこりが堆積している水平面について表面線量率が高い傾向があった。
 - 表面汚染(P25,26)
 - ・ ウェル上の表面汚染が高い傾向。
 - ダスト濃度 (P27)
 - ・ 測定場所によって大きな差がみられないことから、ダスト濃度への下階からの影響、ウェルプラグ隙間からの影響はないと考える。

6. 残置物移動・片付 (2回目) について

【目的】

- 燃料取り出しに向けて、オペフロ上に残置されている定検資機材等の移動・片付を行う。
- 主な実施内容、範囲は以下の通り。
 - ・ 床面清掃 (ダスト抑制対策) ※1
 - ・ 定検資機材等残置物のコンテナ詰め等

■ : 残置物片付実施箇所 ➡ : 撮影方向



① オペフロ北側の残置物



② オペフロ西側の残置物

使用する遠隔無人重機・ロボット



主な役割
 ・ 資機材等切断、移動
 ・ 床面清掃
 ・ 階段手摺切断
 ・ 残置物コンテナ詰め等

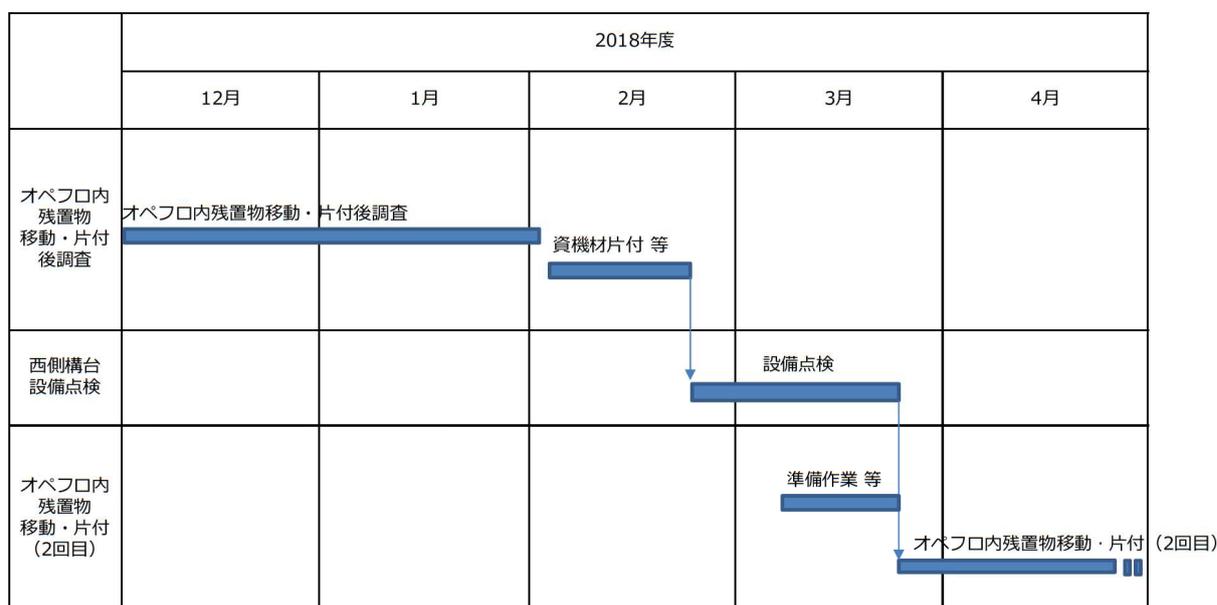


主な役割
 ・ BROKKが作業する上で死角になる箇所へのカメラワーク
 (作業状況により導入)

※1 床面の清掃は可能なエリアすべてが対象。

7. 今後のオペフロ調査等の工程

- 2018年11月14日よりオペフロ内残置物移動・片付後調査を開始し、2019年2月1日に完了。
- 2月下旬頃から2号西側構台設備（ダストモニタや換気設備）の点検を実施予定。
- 3月下旬頃からオペフロ残置物移動・片付（2回目）を実施予定。



※作業進捗状況により、工程変更の可能性有。

12

【参考】

以下、測定データ集

【参考1】 空間線量率（1/31チーム会合にて公表済み）

【参考2】 表面線量率

【参考3】 表面汚染

【参考4】 空气中放射性物質濃度（ダスト）

【参考5】 3Dスキャン

【参考6】 カメラ撮影

13

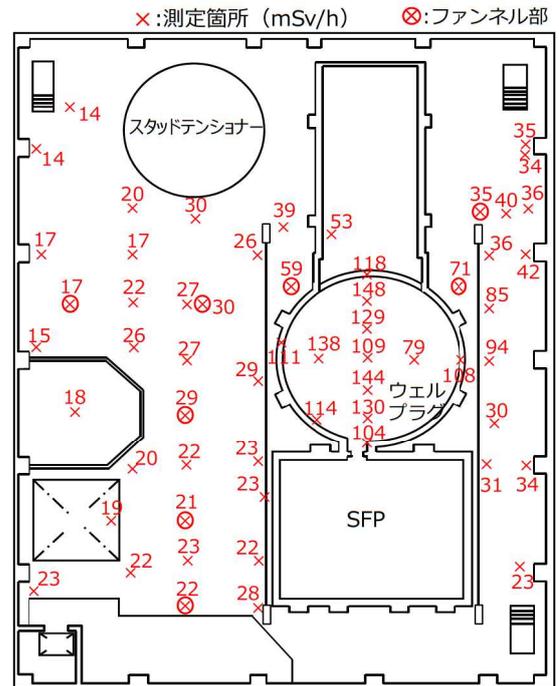
【参考1】空間線量率①

■ 空間線量率 (γ線線量率※) の測定結果

- 測定高さ：床面から1.5m高さ
- 線量分布：右図参照
- 主要線源：

ウェルプラグ上の線量率が高く、離れるにしたがって線量が低くなる傾向があるため、主な線源はウェルプラグと推定。

2012年度の調査では、ウェルプラグ上で880 mSv/hを確認しており、当時より空間線量率が大幅に低下している状況。線量率が低下している要因としては自然減衰のほか、建屋に流入した雨水の影響、残置物の移動・片付実施による影響も要因の一つとして推測される。



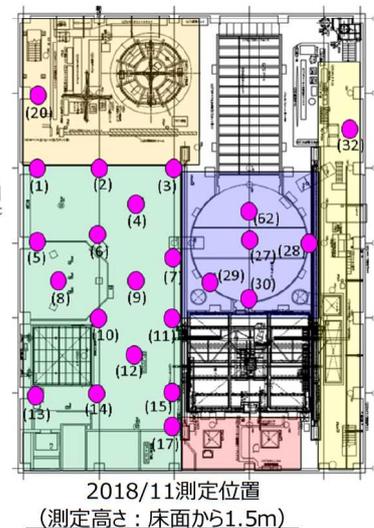
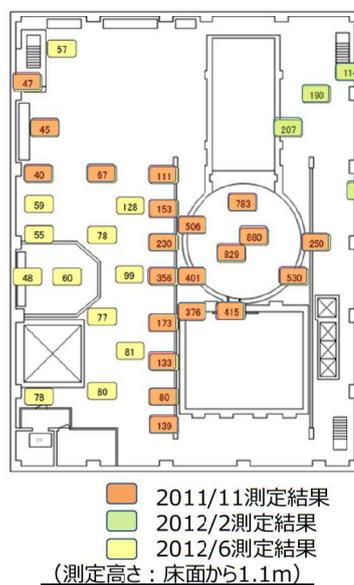
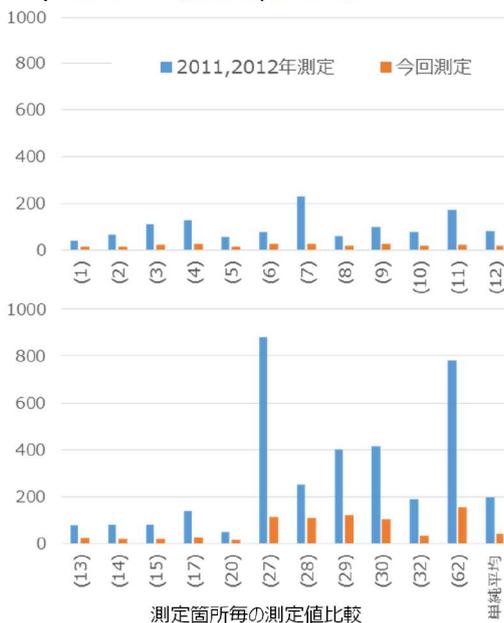
※1cm線量当量率 14

【参考1】空間線量率②

■ 過去測定結果からの推移

空間線量率の測定結果について、2011、2012年の測定結果と比較を行った。比較した測定点については、必ずしも一致しているとは限らないが、極力近い箇所で比較した。

その結果をグラフに示す。今回の測定結果は、2011、2012年の測定結果と比較して、平均で78.5%低減(100% → 21.5%)していた。



■ 低減要因評価

2011,2012年の測定値を100%とした場合、今回の測定結果は平均で78.5%低減(100% → 21.5%)している。この要因について以下の通り評価した。

① 測定高さの違いによる影響

今回の測定高さは1.5mであり、2011,2012年の測定高さは1.1mであるため、高さの違いによる影響は以下のとおり。

40m×40mの面の均一汚染 (Cs-137: $1 \times 10^5 \text{Bq/cm}^2$) に対して高さ毎の空間線量率をQADコードにより求めた。その結果、表に示す通り、今回の測定高さ1.5mでは、過去の測定高さ1.1mを100%とした場合、10.2%低減(100% → 89.8%)という結果になった。



高さ (m)	空間線量率 (mSv/h)	1.1mの結果を100とした場合の割合(%)
2.0	1.73	80.1
1.5	1.94	89.8
1.1	2.16	100.0
0.5	2.73	126.4
0.25	3.20	148.1

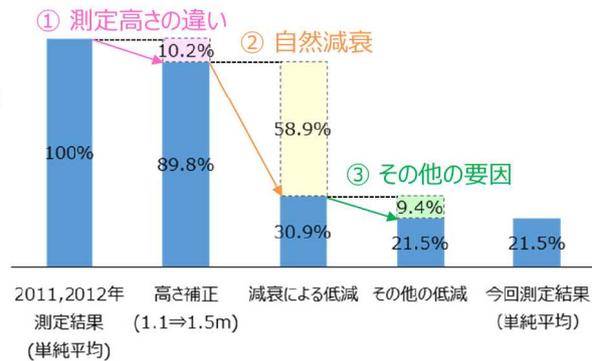
② 減衰の影響

高さの影響に加えて、減衰による低減効果(2018年11月まで)を考慮すると、58.9%低減(89.8% → 30.9%)する。

③ その他の要因

残りの9.4%低減(30.9% → 21.5%)が、その他の要因による影響と考えられる。

その他の要因としては、建屋に流入した雨水等で流されたことによる影響、残置物の移動・片付実施による影響が考えられる。



■ 空間線量率 (γ線線量率※) の測定結果

- 測定条件：壁面から1.0m
- 測定箇所：下図参照

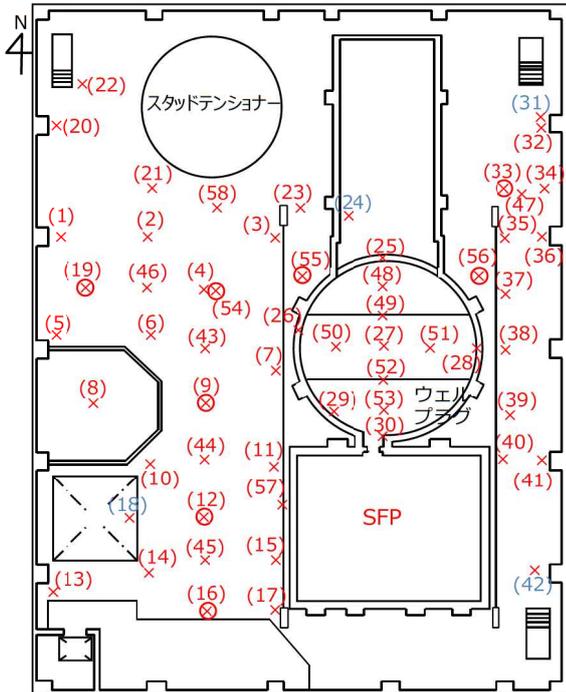


測定箇所	空間線量率 (mSv/h)	測定箇所	空間線量率 (mSv/h)
(1)	14	(21)	29
(2)	19	(22)	36
(3)	13	(23)	39
(4)	17	(24)	30
(5)	17	(25)	21
(6)	21	(26)	39
(7)	14	(27)	25
(8)	19	(28)	23
(9)	15	(29)	42
(10)	19	(30)	30
(11)	14	(31)	35
(12)	15	(32)	28
(13)	14	(33)	27
(14)	16	(34)	14
(15)	15	(35)	15
(16)	19	(36)	12
(17)	14	(37)	10
(18)	19		
(19)	23		
(20)	30		

注：緑字はランウェイカータとの干渉により1m程度離れて測定した箇所
 黄字は既設機器等との干渉により斜めから測定した箇所
 黒字はダクトとの干渉により2m程度離れて測定した箇所
 青字はその他の理由により測定箇所から離れて測定した箇所

■ 表面線量率 (γ 線線量率※1) ($\beta+\gamma$ 線線量率※2) の測定結果

×:測定箇所 ⊗:ファンネル部



測定箇所	γ ※1	$\beta+\gamma$ ※2	備考
(1)	0.2	40	
(2)	0.2	17	
(3)	0.3	57	
(4)	0.2	86	
(5)	0.4	79	
(6)	0.3	74	
(7)	1.9	46	
(8)	0.1	18	
(9)	1.8	306	ファンネル部
(10)	0.5	74	
(11)	0.3	58	
(12)	3.6	312	ファンネル部
(13)	0.5	62	
(14)	0.6	135	
(15)	0.3	77	
(16)	0.4	24	ファンネル部
(17)	0.9	11	
(18)	1.0	45	
(19)	1.9	126	ファンネル部
(20)	0.3	40	
(21)	0.3	184	
(22)	0.3	74	
(23)	1.8	139	
(24)	2.5	165	
(25)	6.4	645	隙間部
(26)	8.0	1030	隙間部
(27)	12	1410	隙間部
(28)	1.0	317	隙間部
(29)	2.0	926	
(30)	3.7	625	隙間部

測定箇所	γ ※1	$\beta+\gamma$ ※2	備考
(31)	1.0	73	
(32)	3.9	343	
(33)	4.5	156	ファンネル部
(34)	3.2	102	
(35)	0.6	58	
(36)	0.6	106	
(37)	2.3	133	
(38)	5.2	302	
(39)	0.3	42	
(40)	1.1	98	
(41)	2.2	105	
(42)	0.5	42	
(43)	0.5	130	
(44)	0.2	45	
(45)	0.2	62	
(46)	0.1	68	
(47)	1.5	204	
(48)	12	930	
(49)	13	3060	隙間部
(50)	7.1	1220	
(51)	8.0	247	
(52)	15	2720	隙間部
(53)	5.0	508	
(54)	6.0	769	ファンネル部
(55)	3.0	281	ファンネル部
(56)	8.6	503	ファンネル部
(57)	1.1	79	
(58)	0.6	173	

※1 : 1cm線量当量率、床上@30.5cmコリメート付線量計で測定
 ※2 : 70 μ m線量当量率、床上@0.5cmコリメート付線量計で測定
 注 : 青字は既設機器との干渉により測定箇所から離れて測定した箇所

■ 表面線量率の傾向

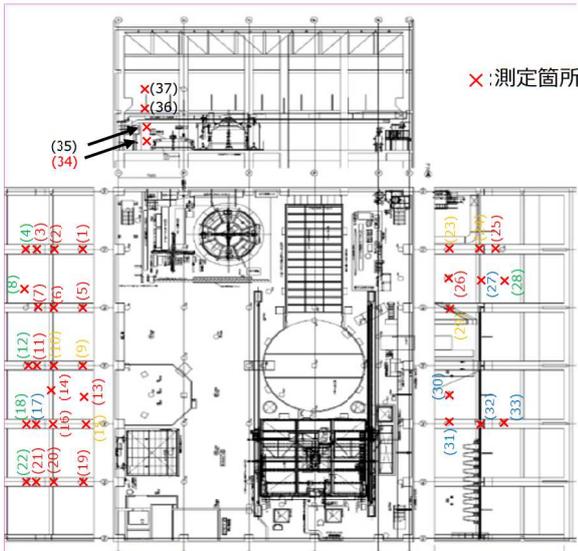
- ウェル上の表面線量率が高いことを確認した。
 原子炉からの蒸気の主たる流出経路は、ウェルプラグの隙間からであると推定され、震災当時、ウェル上は養生シートで覆われていたためウェルプラグ上面と養生シート間に蒸気が充満し、その後、乾燥することで放射性物質がウェルプラグ上に付着した可能性が考えられる。
 上記要因によりウェル上は他のエリアよりも表面線量が高くなっていると考えられる。
- また、ウェルの中でも隙間部が特に高い傾向がみられた。これは、ウェルプラグの隙間からの蒸気が流出した際に付着したこと、蒸気が凝縮した際に隙間に流れたことが考えられる。
- 床面の中では、ファンネル部に表面線量率が高い傾向がみられた。
 これは、雨水等が床面に滴下したのち、各エリアに設置されている床ドレンファンネルに流れ込んだと想定される。この際、周囲の床表面に存在していた放射性物質も床ドレンファンネル内に流入したと考えられる。

■ ウェル下部からの線量影響について

- ウェル上（隙間部除く）の $\beta+\gamma/\gamma$ 比は、他の床面（ファンネル部除く）と同程度（約200）であることから、表面汚染の影響が大きく、原子炉内部からの γ 線の影響は小さいと考えられる。

【参考2】表面線量率③ <壁面>

■ 表面線量率 (γ 線線量率※1) ($\beta+\gamma$ 線線量率※2) の測定結果



				(mSv/h)			
測定箇所	$\gamma^{※1}$	$\beta+\gamma^{※2}$	備考	測定箇所	$\gamma^{※1}$	$\beta+\gamma^{※2}$	備考
(1)	1.8	42		(21)	1.4	135	水平部
(2)	0.3	84		(22)	0.7	34	
(3)	0.7	251	水平部	(23)	0.8	45	
(4)	0.9	23		(24)	3.1	54	
(5)	0.2	25		(25)	1.2	40	水平部
(6)	1.4	20		(26)	0.3	24	
(7)	0.5	144	水平部	(27)	0.3	28	
(8)	0.2	26		(28)	0.3	43	
(9)	2.7	93		(29)	1.7	87	
(10)	1.6	34		(30)	0.6	47	
(11)	0.3	28	水平部	(31)	1.1	62	
(12)	0.2	18		(32)	0.9	15	
(13)	0.2	15		(33)	0.4	19	
(14)	0.2	6		(34)	0.2	21	
(15)	4.6	32		(35)	0.3	21	
(16)	0.9	34		(36)	0.2	17	
(17)	0.3	226	水平部	(37)	0.2	13	
(18)	0.6	26					
(19)	1.8	61					
(20)	0.3	43					

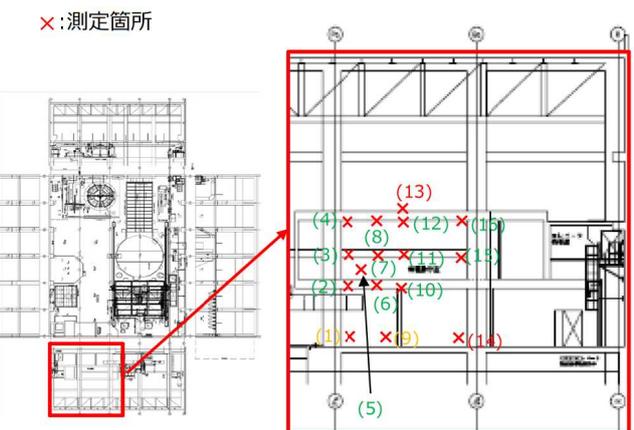
※1 : 1cm線量当量率、壁@30.5cmコリメータ付線量計で測定
 ※2 : 70 μ m線量当量率、壁@0.5cmコリメータ付線量計で測定

注 : 緑字はランウェイガードとの干渉により1m程度離れて測定した箇所
 黄字は既設機器等との干渉により斜めから測定した箇所
 黒字はダクトとの干渉により2m程度離れて測定した箇所
 青字はその他の理由により測定箇所から離れて測定した箇所

- ランウェイガード上面の表面線量率が高い傾向がみられた。
- ランウェイガード上面は、長年に亘ってほこりが堆積しており、このほこりに蒸気に随伴した放射性物質が付着したと考えられる。

【参考2】表面線量率④ <燃料交換機操作室>

■ 表面線量率 (γ 線線量率※1) ($\beta+\gamma$ 線線量率※2) の測定結果



				(mSv/h)			
測定箇所	$\gamma^{※1}$	$\beta+\gamma^{※2}$	備考	測定箇所	$\gamma^{※1}$	$\beta+\gamma^{※2}$	備考
(1)	1.2	53					
(2)	1.2	36					
(3)	1.4	92	ガラス面				
(4)	1.4	102					
(5)	3.4	67					
(6)	2.8	61					
(7)	1.5	72	ガラス面				
(8)	1.2	80					
(9)	1.9	99					
(10)	1.8	56					
(11)	1.4	61					
(12)	2.8	69					
(13)	1.9	427	屋上面				
(14)	0.3	24					
(15)	0.9	50					
(16)	2.6	56					

※1 : 1cm線量当量率、壁面@30.5cmコリメータ付線量計で測定
 ※2 : 70 μ m線量当量率、壁面@0.5cmコリメータ付線量計で測定

注 : 緑字は干渉物により測定箇所より100mm程度離れて測定した箇所
 黄字は燃料交換機操作室基礎との干渉により測定箇所から離れて測定した箇所

- 燃料交換機操作室の屋上面の表面線量率は壁面に比べて高い。屋上面はランウェイガード上面と同様に長年に亘ってほこりが堆積しており、このほこりに蒸気に随伴した放射性物質が付着したと考えられる。
- 燃料交換機操作室壁面のコリメータ γ の測定結果から屋上付近と床面付近が高くなっており、 γ カメラ撮影結果と同様の傾向を示している。
- 燃料交換機操作室ガラスが破損していることを確認しており、操作室内部に流入した放射性物質が結露水により流され床面に堆積したと考えられる。

■ 表面線量率 (γ線線量率※1) (β+γ線線量率※2) の測定結果

➢ 線量分布：図参照

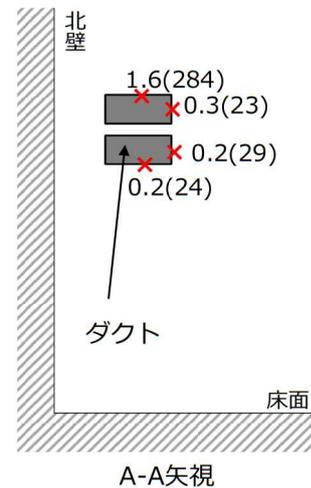
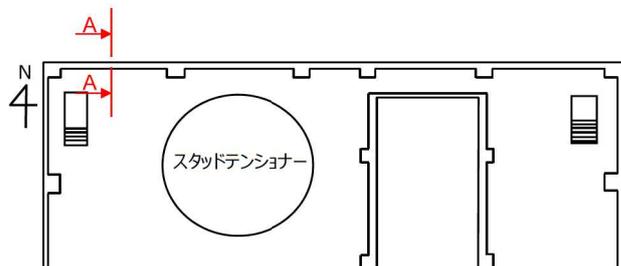
➢ 考察

ダクトの側面の表面線量率は北壁の表面線量率と同程度であることから、ダクト内が極度に汚染している可能性は低い。

ダクト上面の表面線量が高いのはランウェイガーダ上面と同様に長年に亘ってほこりが堆積しており、このほこりに蒸気に随伴した放射性物質が付着したと考えられる。

※1：1cm線量当量率、ダクト面@30.5cmコリメート付線量計で測定
 ※2：70μm線量当量率、ダクト面@0.5cmコリメート付線量計で測定

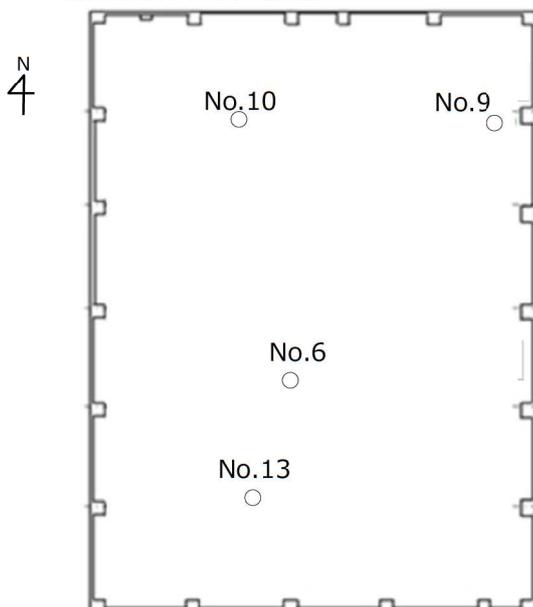
×：測定箇所(ダクト表面)
 γ線線量率※1 (β+γ線線量率※2) (mSv/h)



■ 表面線量率 (γ線線量率※1) (β+γ線線量率※2) の測定結果

➢ 測定距離：天井面から1cm

➢ 測定箇所：下図参照



	北東	南東	南西	北西
β+γ	28	28	27	26
γ	24	22	21	24

	東	南	南西	北東
β+γ	25	18	19	25
γ	16	15	15	16

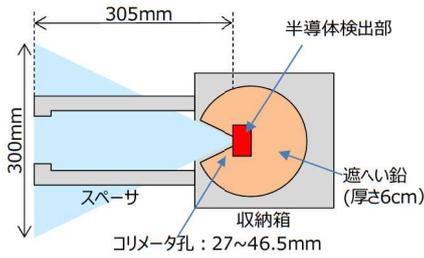
	北東	南	南西	北西
β+γ	24	21	18	19
γ	17	17	13	14

	北	南東	南西	北西
β+γ	28	33	28	27
γ	23	29	22	24

※1：1cm線量当量率
 ※2：70μm線量当量率

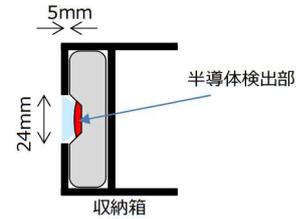
- 天井部の表面線量率はどの測定箇所もおおむね同程度であり、場所によって極端に線量率が高い場所は見受けられなかった。

■ γ 線線量率(1cm線量当量率)

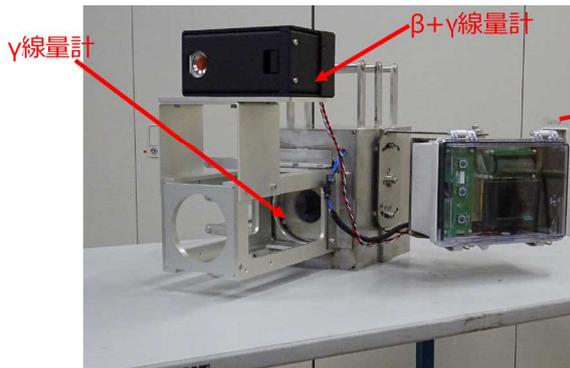


計測器の構造(γ 線線量率測定)

■ $\beta+\gamma$ 線線量率(70 μ m線量当量率)



計測器の構造($\beta+\gamma$ 線線量率測定)



表面線量率に用いた線量計



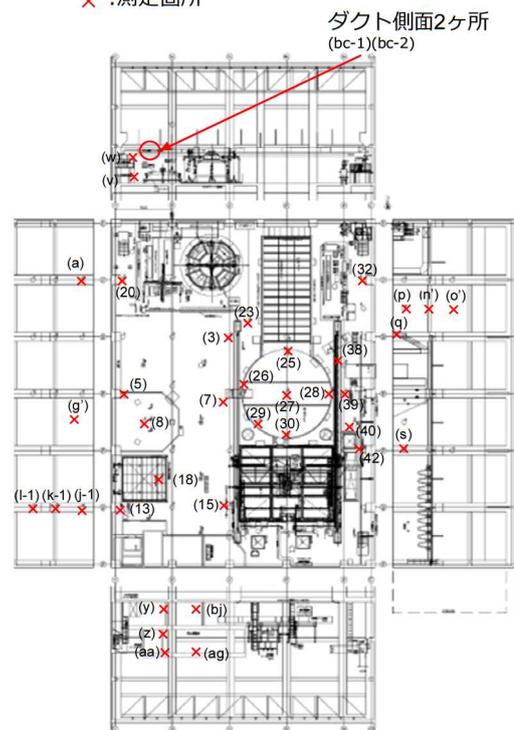
表面線量率の測定状況

■ 表面汚染測定結果

(Bq/cm²)

測定箇所	全α	Cs-134	Cs-137	Co-60	Sb-125
(3)	8.6×10 ⁰	※	※	※	※
(5)	4.3×10 ⁻¹	9.5×10 ³	1.0×10 ⁵	8.8×10 ¹	1.1×10 ⁴
(7)	7.5×10 ⁰	※	※	※	※
(8)	2.1×10 ⁰	2.4×10 ⁴	2.5×10 ⁵	3.6×10 ²	2.5×10 ⁴
(13)	3.0×10 ⁰	※	※	※	※
(15)	1.5×10 ¹	※	※	※	※
(18)	1.5×10 ⁰	※	※	※	※
(20)	5.3×10 ⁰	※	※	※	※
(23)	5.3×10 ⁻¹	※	※	※	※
(25)	3.2×10 ¹	※	※	※	※
(26)	6.4×10 ⁰	※	※	※	※
(27)	1.1×10 ¹	※	※	※	※
(28)	2.1×10 ⁻¹	※	※	※	※
(29)	2.6×10 ¹	※	※	※	※
(30)	6.0×10 ⁰	※	※	※	※
(32)	7.5×10 ⁰	※	※	※	※
(38)	6.4×10 ⁰	2.0×10 ⁴	2.0×10 ⁵	1.1×10 ²	8.5×10 ³
(39)	4.6×10 ⁰	※	※	※	※
(40)	8.6×10 ⁰	※	※	※	※
(42)	1.3×10 ⁰	4.9×10 ³	5.1×10 ⁴	8.8×10 ¹	5.5×10 ³
(a)	検出限界未満	※	※	※	※
(a')	検出限界未満	8.6×10 ¹	8.8×10 ²	1.2×10 ⁰	1.1×10 ²
(i-1)	検出限界未満	5.4×10 ¹	5.6×10 ²	検出限界未満	5.8×10 ¹
(k-1)	8.6×10 ⁻¹	2.8×10 ³	3.0×10 ⁴	2.8×10 ¹	2.3×10 ³
(l-1)	検出限界未満	2.2×10 ²	2.5×10 ³	3.4×10 ⁰	2.5×10 ²
(v)	検出限界未満	1.4×10 ²	1.4×10 ³	3.1×10 ⁰	1.6×10 ²
(w-1)	検出限界未満	3.2×10 ¹	3.5×10 ²	5.6×10 ⁻¹	2.4×10 ¹
(p)	1.1×10 ⁰	8.2×10 ²	8.2×10 ³	2.1×10 ¹	2.2×10 ³
(n')	4.3×10 ⁻¹	5.4×10 ¹	5.8×10 ²	1.3×10 ⁰	6.6×10 ¹
(o')	検出限界未満	1.5×10 ¹	1.5×10 ²	検出限界未満	1.0×10 ¹
(q)	2.1×10 ¹	※	※	※	※
(s)	2.1×10 ⁻¹	1.2×10 ²	1.3×10 ³	3.0×10 ⁰	1.2×10 ²
(y)	検出限界未満	3.0×10 ²	3.0×10 ³	検出限界未満	9.8×10 ¹
(z)	7.5×10 ⁻¹	4.3×10 ³	4.6×10 ⁴	検出限界未満	検出限界未満
(aa)	5.3×10 ⁻¹	3.0×10 ²	3.1×10 ³	検出限界未満	1.1×10 ²
(b)	4.3×10 ⁻¹	4.9×10 ³	5.0×10 ⁴	検出限界未満	3.4×10 ²
(aq)	4.3×10 ⁰	5.6×10 ³	6.2×10 ⁴	1.4×10 ²	7.4×10 ³
(bc-1)	検出限界未満	5.6×10 ²	5.9×10 ³	検出限界未満	3.4×10 ²
(bc-2)	検出限界未満	3.3×10 ²	3.5×10 ³	検出限界未満	検出限界未満

× :測定箇所



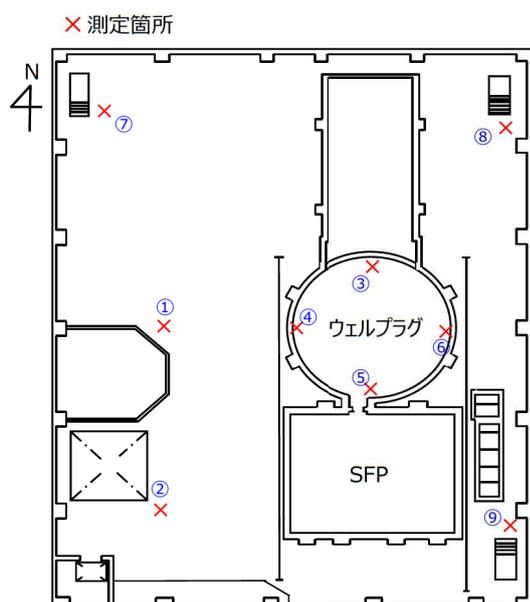
※ : 高線量のため分析方法検討中

- γ 線核種分析の結果、1回目調査と同様にCs-134、Cs-137、Co-60等が検出された。一部試料は高線量であったため、既存の測定器で測定できなかったことから、別の測定器を用いて測定することを検討中。
- 一方、 α 汚染はウェル上が最も高く最大32Bq/cm²であり、その他の床面では概ね数Bq/cm²程度、壁面では10⁻¹~10⁰Bq/cm²程度であり、壁面の方が床面より比較的低い。

【参考4】空气中放射性物質濃度

■ 空气中放射性物質濃度（ダスト測定）の測定結果

- 捕集高さ：床上500mm
- 測定箇所：下図参照



測定場所	(Bq/cm ³)				
	全 α	Cs-134	Cs-137	Co-60	Sb-125
①	検出限界未満	6.6×10 ⁻⁵	7.2×10 ⁻⁴	検出限界未満	7.2×10 ⁻⁵
②	検出限界未満	2.5×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻⁴	検出限界未満	検出限界未満
③	検出限界未満	1.9×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁴	検出限界未満	検出限界未満
④	検出限界未満	6.9×10 ⁻⁶	9.4×10 ⁻⁵	検出限界未満	検出限界未満
⑤	検出限界未満	1.1×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁴	検出限界未満	検出限界未満
⑥	検出限界未満	2.0×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁴	検出限界未満	検出限界未満
⑦	検出限界未満	6.9×10 ⁻⁶	9.6×10 ⁻⁵	検出限界未満	検出限界未満
⑧	検出限界未満	1.1×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁴	検出限界未満	検出限界未満
⑨	検出限界未満	4.2×10 ⁻⁵	3.9×10 ⁻⁴	検出限界未満	検出限界未満

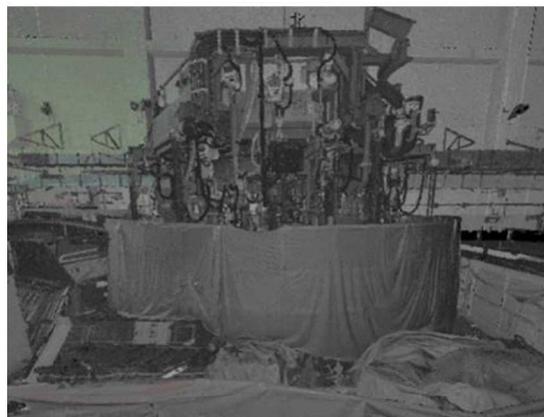
※：空气中放射性物質濃度は測定時の気象条件によって変化する。

測定点①と比較して階段室近傍、機器ハッチ近傍、ウェル近傍の測定データは、大きな差がないことから、測定時においてはダスト濃度への下階からの影響、ウェルプラグ隙間からの影響は見られなかった。

寸法情報を得るため3Dスキャン撮影を実施した。以下、一例を示す。
得られた寸法データについては、今後の作業計画の立案や設備の設計に使用する。



【東側エリア】



【スタッドテンショナー】

カメラ撮影結果の一例を以下に示す。



【原子炉ウエル】



【天井クレーン】



【燃料交換機】



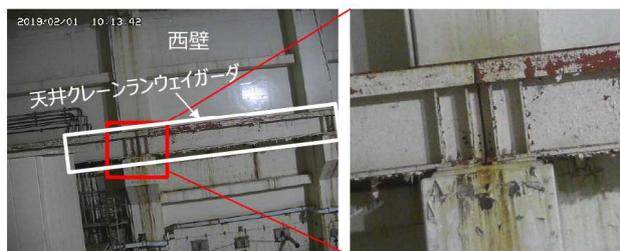
【スタッドテンショナー】



【燃料交換機 操作室】
・燃料交換機 操作室の2階の窓ガラス2枚のうち1枚が割れていることを確認。



【両側エリア】
・燃料プールと養生フェンスの間は床養生されていることを確認。



【天井クレーンランウェイガード】
・天井クレーンランウェイガードは柱部に継ぎ目による隙間があり、雨水等が当該隙間を経由して柱部に水が流れた跡を確認。

【参考】 汚染密度分布の活用について

■汚染密度分布とは

- オペフロ上の床、壁、天井等の表面汚染密度※ (Bq/cm²) をマッピングしたもの。
※単位面積あたりに付着している放射性物質の放射能の強さ
- 汚染密度分布を用いて、今後、放射性物質の飛散防止策の検討、除染・遮へい方法等検討を行う。

■汚染密度分布の活用方法(例)

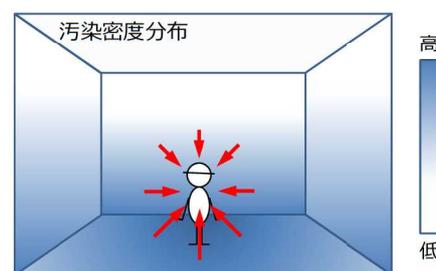
➢ 除染・遮へいの検討

オペフロ上のある箇所における空間線量率 (mSv/h)は、線源 (床、壁、天井等それぞれの表面に付着している放射性物質) から来る放射線が人体へ与える影響の大きさを表している。

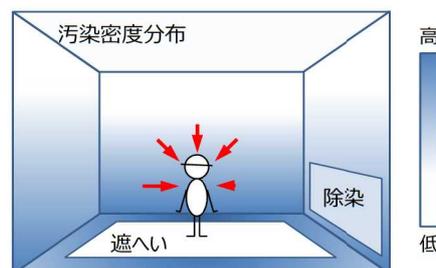
今回の調査結果から求めた汚染密度分布により、床、壁、天井等それぞれの表面に付着している放射性物質の放射能の強さがわかったため、今回の調査していない箇所も含めてオペフロ上の任意の箇所での空間線量率を求めることが可能になる。

同様に、除染や、遮へいの情報を汚染密度分布のモデルに入力することにより、除染/遮へい後の任意の箇所での空間線量率を求めることが可能。

除染範囲や方法、遮へいの厚さや設置場所を変えてケーススタディーをすることで最適な除染・遮へいの計画を検討する。



①任意の箇所での空間線量率解析イメージ



②除染/遮へい後の任意の箇所での空間線量率解析イメージ