

1-4号機SGTS室調査の結果について

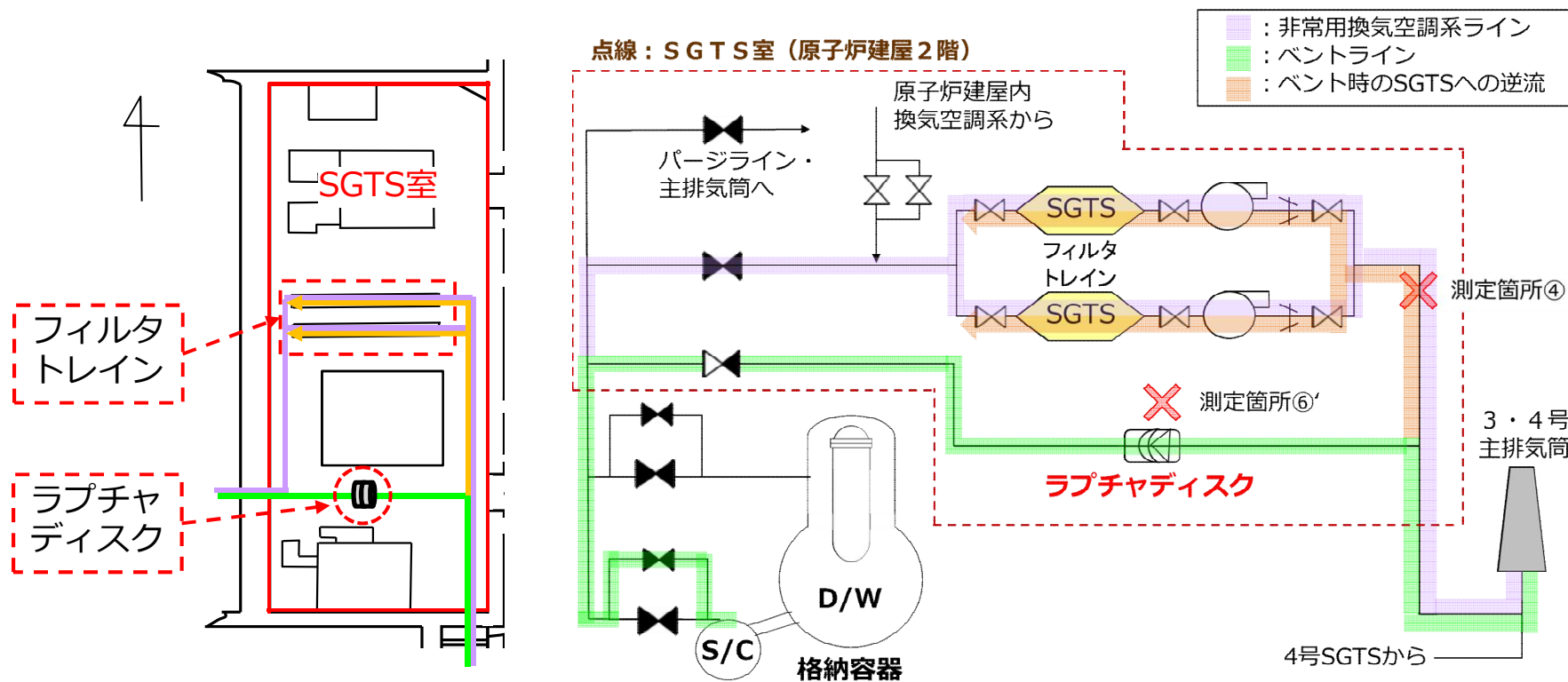
2021年7月8日



東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

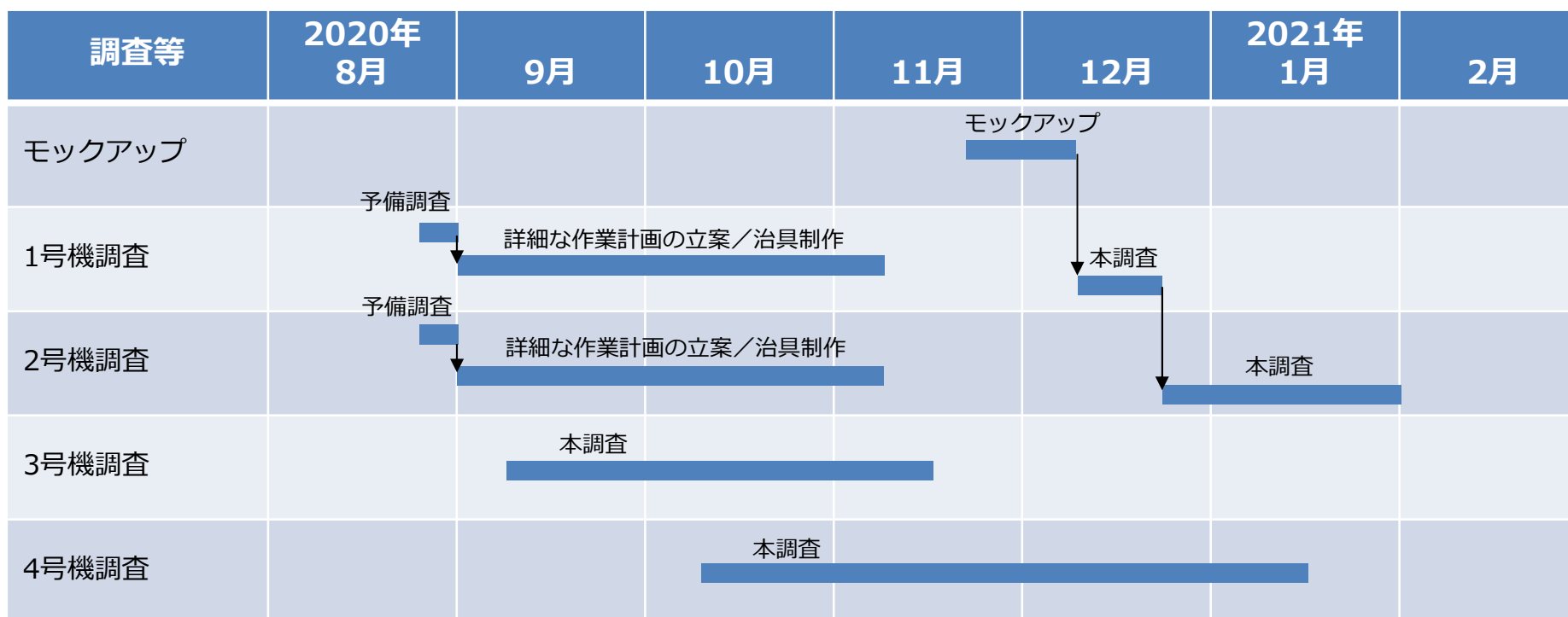
- 当社は「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討」として、事故進展の解明にかかる取組みを継続。
- 事故進展にかかる多くの情報は廃炉作業の進捗とともに取得していくが、それに加え事故の痕跡を留める場所の調査を行うことで、検討に役立てることを計画。
- 1～4号機の非常用ガス処理系（SGTS）室内の機器や配管は、事故時の状態を留めており、現在廃炉作業との干渉が少ない。格納容器ベントに伴う放射性物質の放出挙動と関係している、当該室内の機器や配管を詳細に調査実施。



3号機SGTS室内の配管引き回し（左）と概略系統構成（右）

2. 調査工程

- 調査は、2020年8月～2021年2月にかけて各号機順次実施した。
- 1、2号機についてはSGTS室内の空間情報、線量情報を取得する予備調査を8月下旬に実施し、12月からの本調査にてγイメージャを用いた測定を実施した。
- 3号機は9月、4号機は10月から本調査を開始し、γイメージャを用いた測定を実施した。また、フィルタトレインを開放し汚染確認を実施した。



3. 過去の主な調査状況の概要と調査の目的

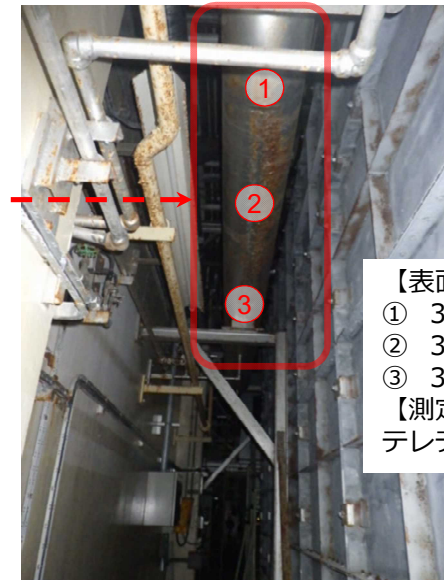
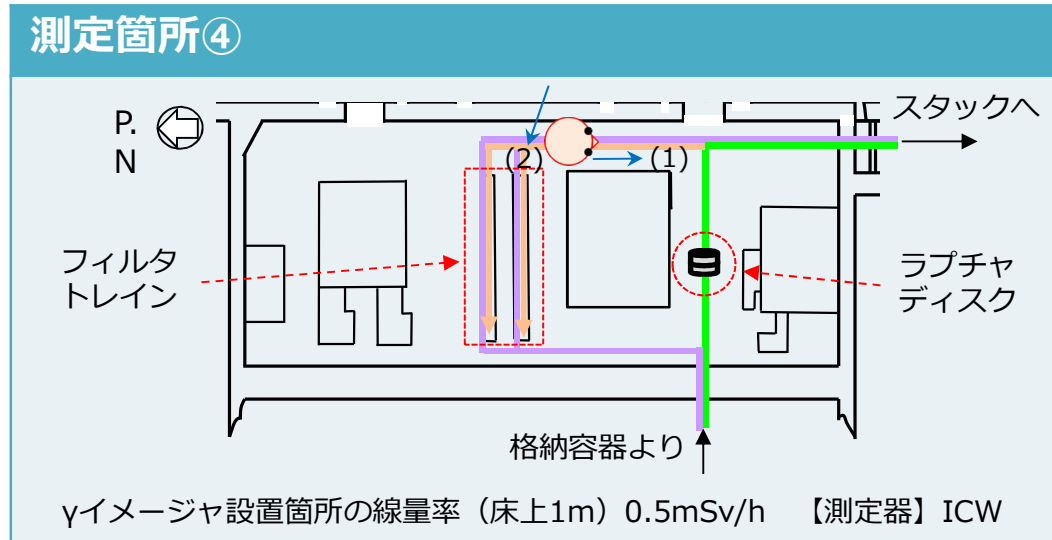
過去の主な調査状況の概要

- 1号機：SGTS室入口で5[Sv/h]以上の線量率を確認（2011年）
（SGTS室内の情報に限定的であり、詳細な情報取得は初めての試み）
- 2号機：SGTSフィルタトレインにおいて1[Sv/h]程度の線量率、ラプチャディスク周辺に汚染無しを確認（2014年）
- 3号機：SGTSフィルタトレイン周辺の線量率を測定（2011年）
- 4号機：SGTSフィルタトレイン周辺の線量率を測定（2011年）
（3、4号機は1、2号機と比較して線量率が低い。3号機の格納容器ベントガスが4号機に逆流した徴候を確認）

調査の目的

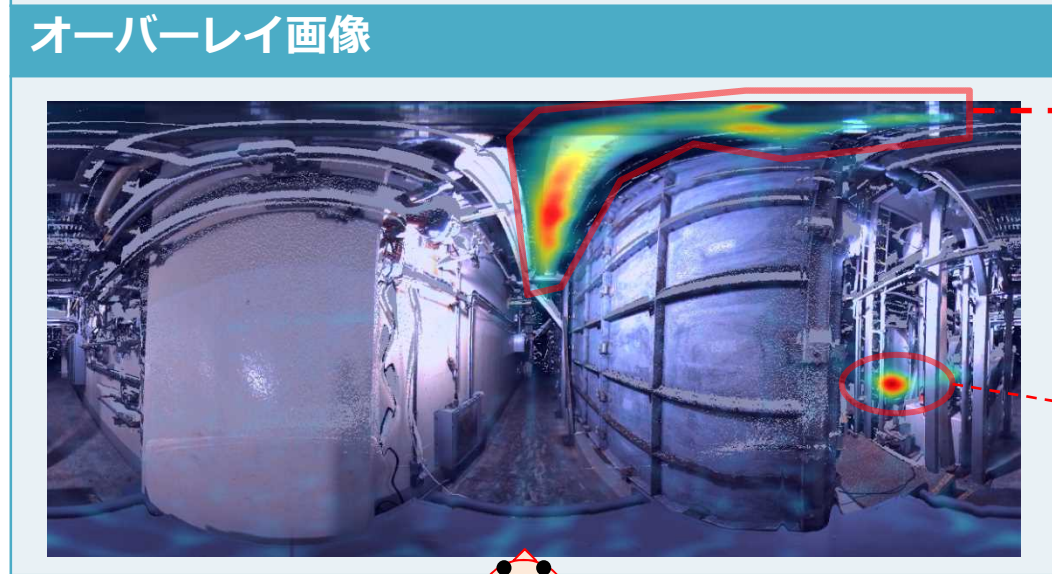
- 1、2号機のSGTS室内において、予備調査にてSGTS室内のロボットの可動範囲を確認する。併せて、現時点におけるSGTS室内の雰囲気線量を測定する。
予備調査の結果を踏まえて、本調査にてγイメージャを用いた撮影を実施し、SGTS室内の線量分布を確認する。
- 3、4号機のSGTS室内の複数点にてγイメージャを用いた撮影を実施し、SGTS室内の線量分布を確認する。
- 3、4号機のSGTSフィルタトレインを開放し、汚染状況を確認する。

4. 3号機の測定結果 (室内その1)



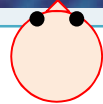
【表面線量率】
① 3.3mSv/h
② 3.7mSv/h
③ 3.3mSv/h
【測定器】
テレテクター

矢視(1)

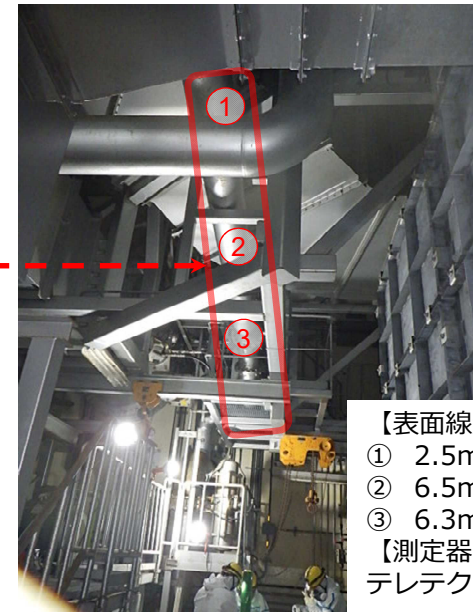
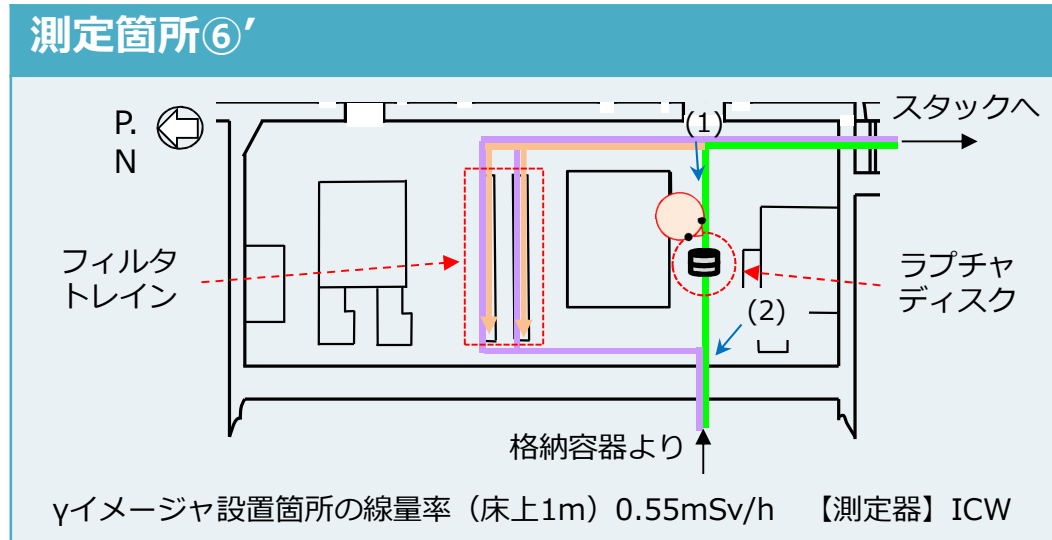


【表面線量率】
4.5mSv/h
【測定器】
ICW

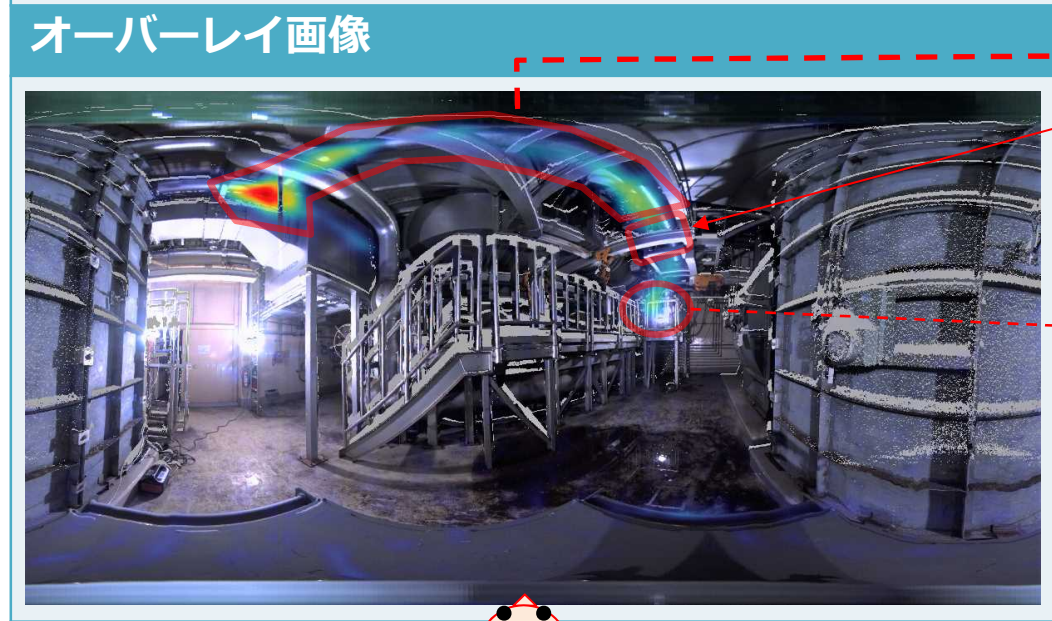
矢視(2)



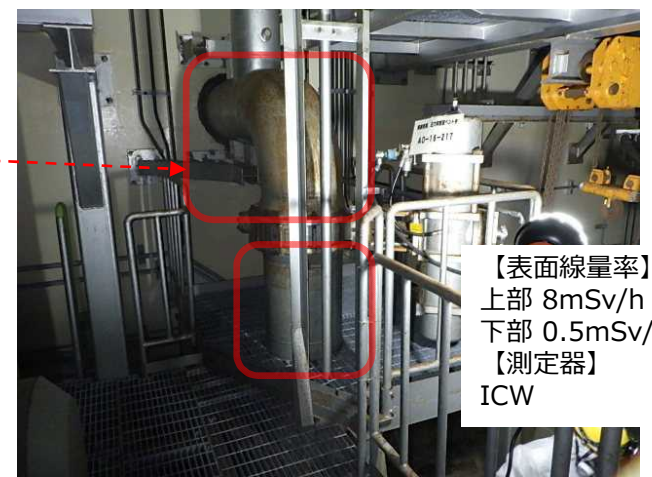
4. 3号機の測定結果 (室内その2)



【表面線量率】
① 2.5mSv/h
② 6.5mSv/h
③ 6.3mSv/h
【測定器】
テレテクター



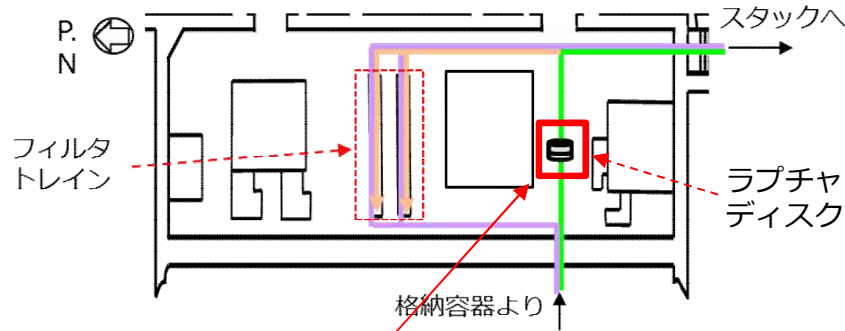
ラプチャディスク 矢視(1)



【表面線量率】
上部 8mSv/h
下部 0.5mSv/h
【測定器】
ICW

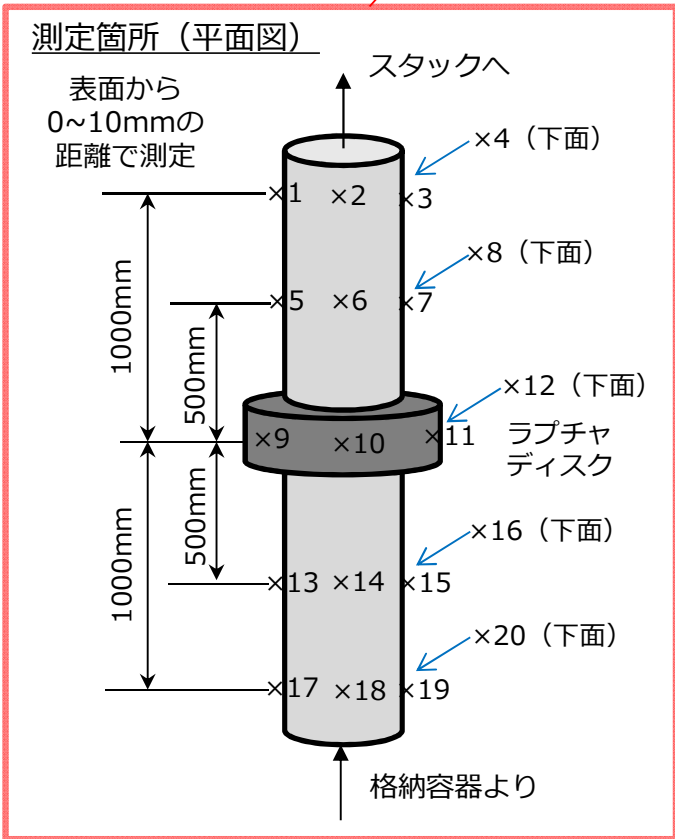
矢視(2)

4. 3号機の測定結果 (ラブチャディスク)



| 線種 No | 表面線量当量率(mSv/h) | | 線種 No | 表面線量当量率(mSv/h) | |
|----------|----------------|------|----------|----------------|------|
| | γ線 | γ+β線 | | γ線 | γ+β線 |
| ×1 | 26 | - | ×11 | 2.5 | - |
| ×2 | 32 | - | ×12 | 2.0 | - |
| ×3 | 9.0 | - | ×13 | 6.0 | - |
| ×4 | 18 | - | ×14 | 5.0 | - |
| ×5 | 10 | - | ×15 | 6.0 | - |
| ×6 | 30 | - | ×16 | 6.0 | - |
| ×7 | 15 | - | ×17 | 7.0 | - |
| ×8 | 30 | - | ×18 | 9.0 | - |
| ×9 | 2.5 | - | ×19 | 8.0 | - |
| ×10 | 5.0 | - | ×20 | 7.0 | - |

測定器
 ×1～×4 : テレテクター
 ×5～×20 : ICW



ラブチャディスクの周辺においては、測定線量率は
 ラブチャディスク

　　<ラブチャディスク上流

　　<ラブチャディスク下流

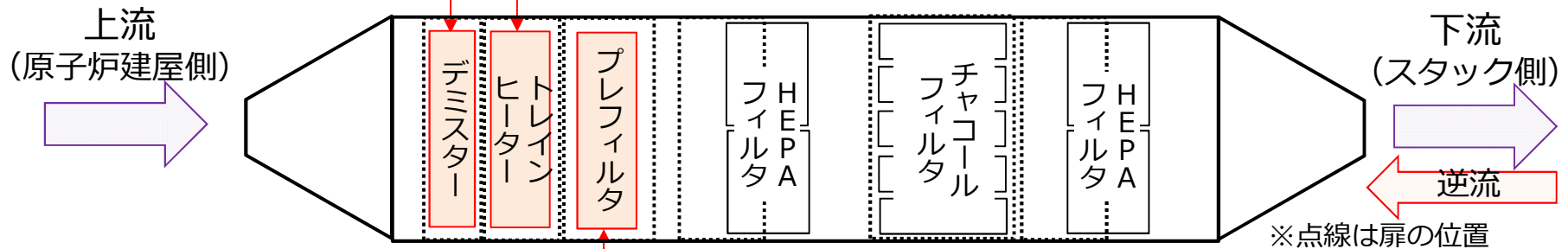
という関係にあることが分かった。
 これは、ベントができていない2号機において、
 ラブチャディスク（不動作で閉）の周辺に
 ほとんど汚染が見られないことと大きく異なる。

5. 3号機SGTSフィルタトレインA系内部① (11/9撮影)



デミスター

トレインヒーター



プレフィルタ

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-------------|-----------------|-----|--------------|------|
| | フィルタ表面 (11/9測定) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| デミスター | 1.2 | 3.5 | - | - |
| トレインヒーター | 0.40 | 1.2 | 0.55 | 0.55 |
| プレフィルタ (上流) | 2.0 | 2.5 | 0.80 | 0.80 |
| プレフィルタ (下流) | 2.0 | 2.0 | | |

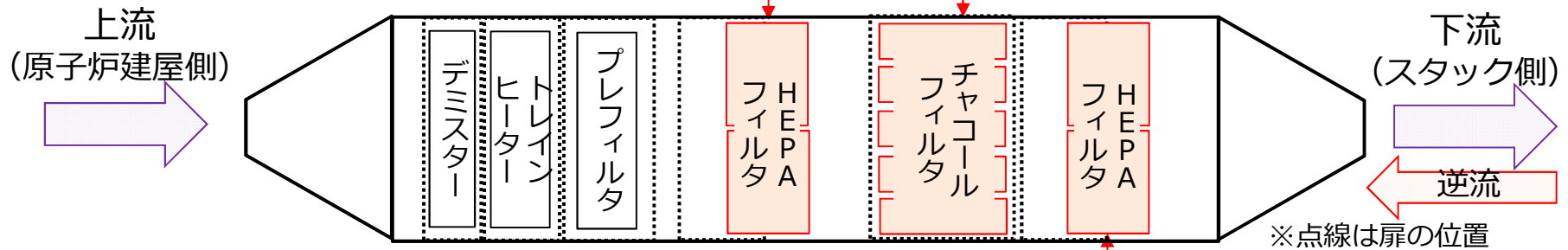
5. 3号機SGTSフィルタトレインA系内部② (11/9撮影)



HEPAフィルタ (No.3)



チャコールフィルタ



HEPAフィルタ (No.1)

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-----------------|-----------------|-----|--------------|------|
| | フィルタ表面 (11/9測定) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| HEPAフィルタ (No.3) | 4.0 | 4.0 | 1.1 | 1.1 |
| チャコールフィルタ | 0.50 | 1.0 | 0.30 | 0.30 |
| HEPAフィルタ (No.1) | 1.0 | 4.0 | 0.40 | 0.40 |

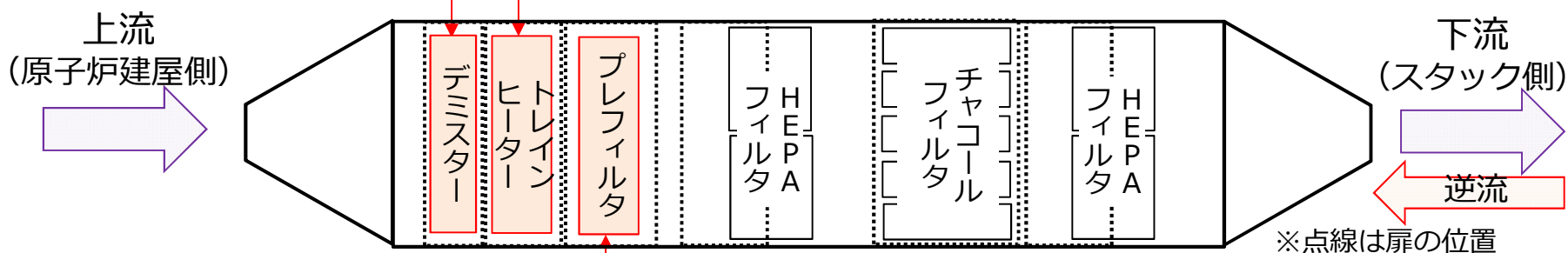
5. 3号機SGTSフィルタトレインB系内部① (11/16撮影)



デミスター



トレインヒーター



プレフィルタ

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-------------|------------------|------|--------------|------|
| | フィルタ表面 (11/16測定) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| デミスター | 2.2 | 25.0 | - | - |
| トレインヒーター | 0.5 | 0.8 | 0.50 | 0.50 |
| プレフィルタ (上流) | 0.7 | 2.5 | 0.50 | 0.50 |
| プレフィルタ (下流) | 0.5 | 2.0 | | |

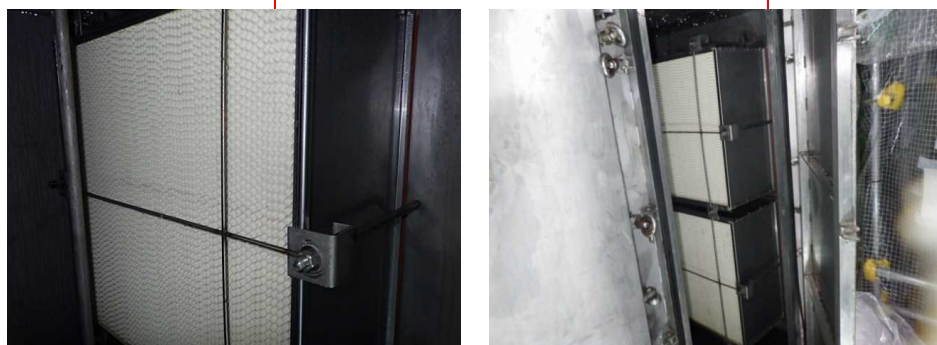
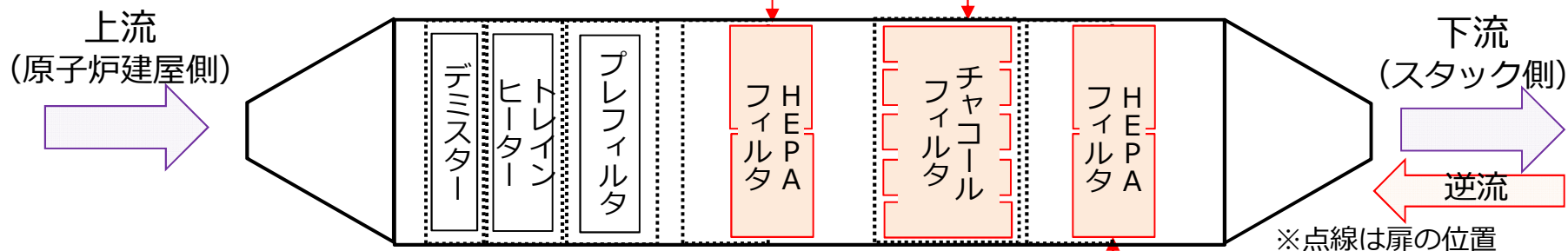
5. 3号機SGTSフィルタトレインB系内部② (11/16撮影)



HEPAフィルタ (No.3)



チャコールフィルタ



HEPAフィルタ (No.1)

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-----------------|------------------|------|--------------|------|
| | フィルタ表面 (11/16測定) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| HEPAフィルタ (No.3) | 4.0 | 12.0 | 0.90 | 0.90 |
| チャコールフィルタ | 0.9 | 0.9 | 1.6 | 1.6 |
| HEPAフィルタ (No.1) | 1.8 | 2.5 | 1.3 | 1.5 |

6. 3号機トレイン開放作業におけるその他トピックス

■ 被ばく線量実績等

| 個人被ばく線量 (mSv) | | |
|---------------|------|------|
| | A系 | B系 |
| 平均 | 0.58 | 0.66 |
| 最大 | 0.64 | 0.83 |

| 水素濃度 | |
|-------|-------|
| A系 | B系 |
| 水素未検出 | 水素未検出 |

| 連続ダストモニタ指示値 (Bq/cm ³) | | |
|-----------------------------------|---|---|
| | A系 | B系 |
| α | ~ 6.77×10 ⁻⁸ | ~ 1.33×10 ⁻⁸ |
| β | 4.31×10 ⁻⁵ ~ 5.14×10 ⁻⁴ | 2.85×10 ⁻⁵ ~ 7.37×10 ⁻⁴ |

※全面マスク着用基準：2.0×10⁻⁴ Bq/cm³

■ B系トレイン内部にたまり水を確認

- 扉開口部高さより内部の水位が高かった。開放時に流出した水（約50L）については、一部を袋で回収した。

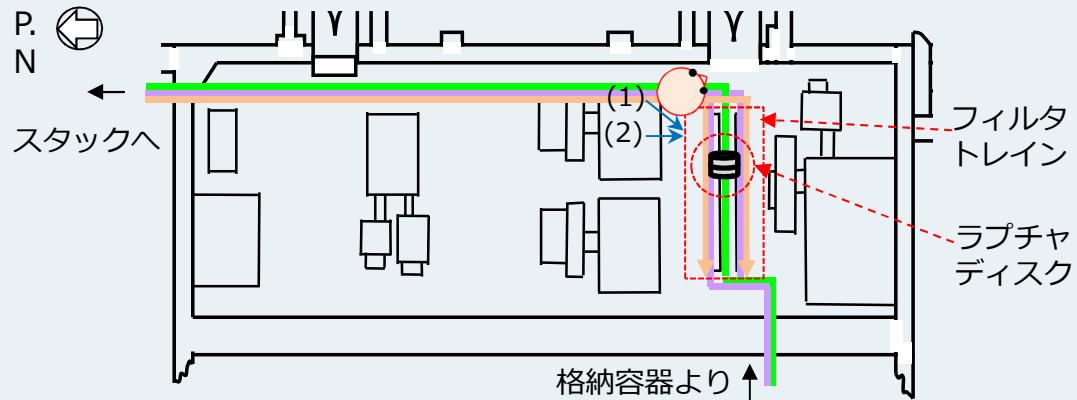
残水はトレイン内部に留まっている。（目視にて底部から5~10cm程度の水位）

⇒袋内の水及びトレイン内部の水をサンプル採取し、残水は汲み取りを行い既設ファンネルから排水済（2021/3/30実施）。

- たまり水の仮設ハウス外への流出なし、作業員の身体汚染なし。
- A系トレインでは扉の内側や内壁等に少量の水滴を確認（約3L）。

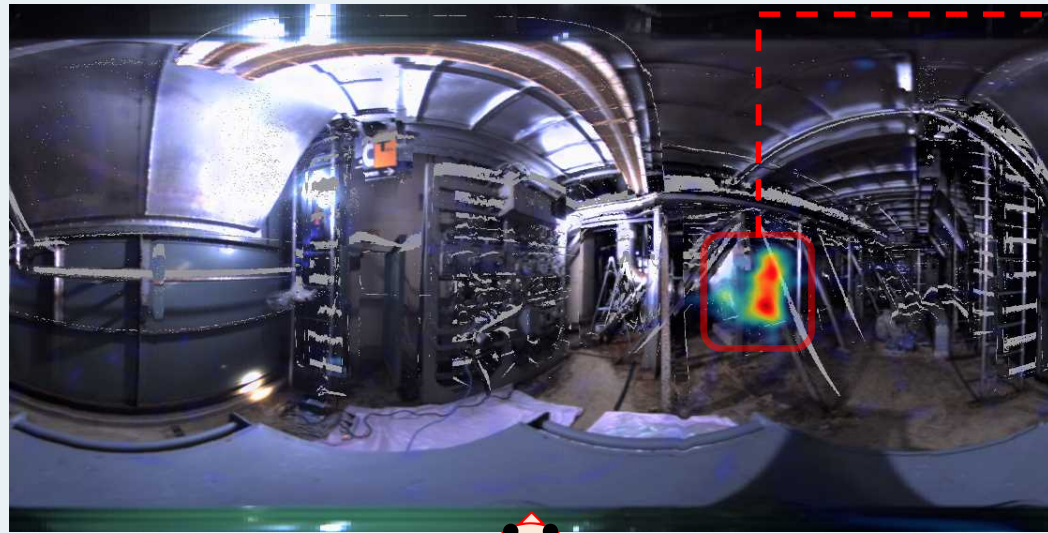
7. 4号機の測定結果 (室内その1)

測定箇所①



γイメージャ設置箇所の線量率 (床上1m) 0.05mSv/h 【測定器】 PM1704M

オーバーレイ画像



矢視(1)

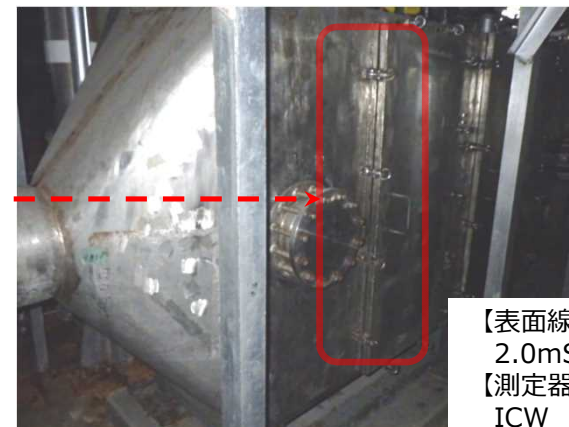
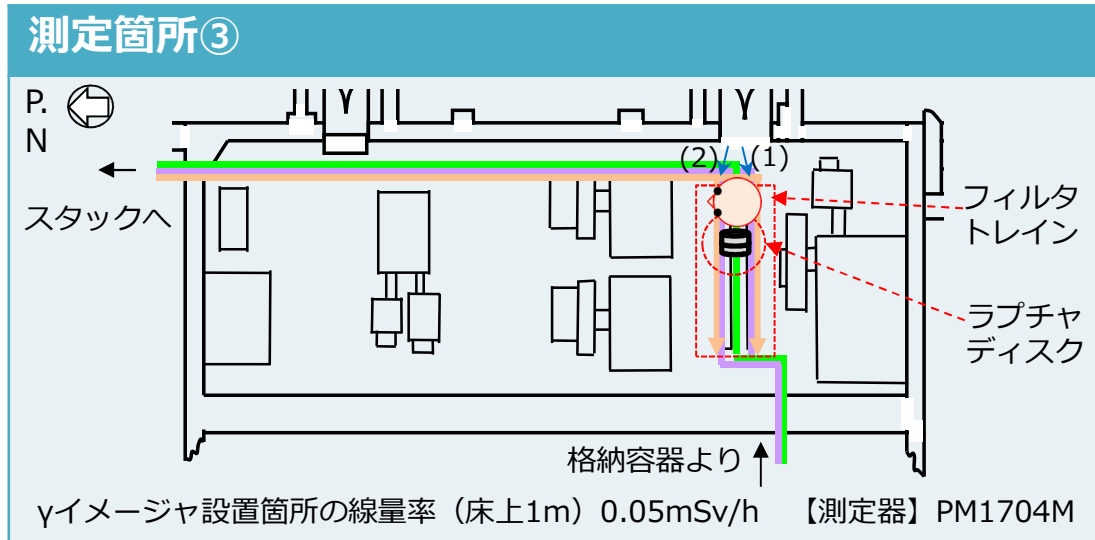


【表面線量率】
1.5mSv/h
【測定器】
ICW

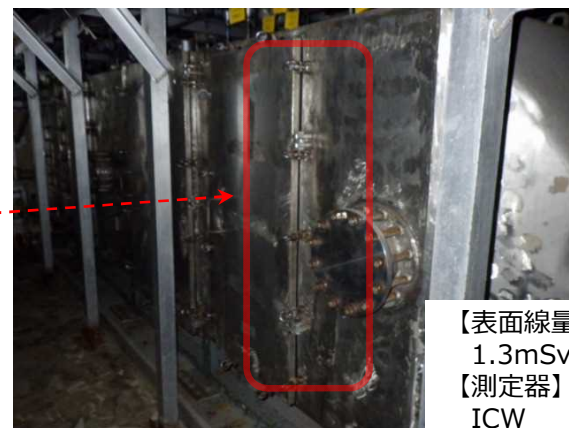
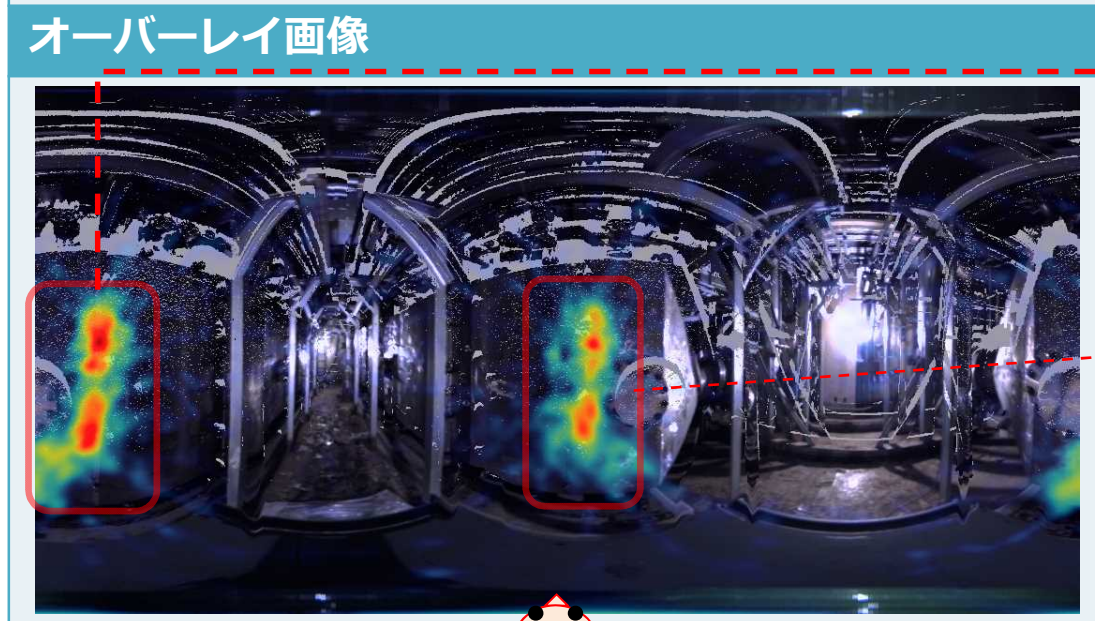
矢視(2)



7. 4号機の測定結果 (室内その2)



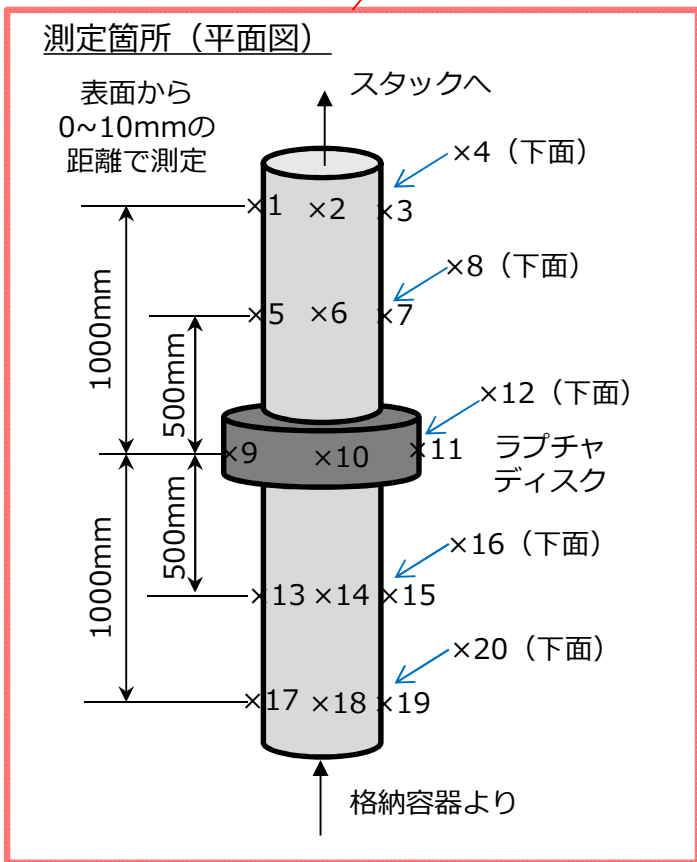
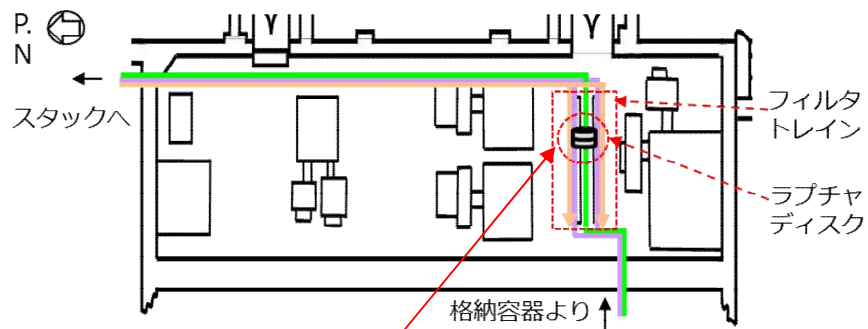
矢視(1)



矢視(2)



7. 4号機の測定結果（ラブチャディスク）



| No. | 表面線量当量率 (mSv/h) | | No. | 表面線量当量率 (mSv/h) | |
|-----|-----------------|--|-----|-----------------|--|
| | γ線 | | | γ線 | |
| ×1 | 0.030 | | ×11 | 0.030 | |
| ×2 | 0.020 | | ×12 | 0.040 | |
| ×3 | 0.030 | | ×13 | 0.040 | |
| ×4 | 0.040 | | ×14 | 0.020 | |
| ×5 | 0.025 | | ×15 | 0.040 | |
| ×6 | 0.020 | | ×16 | 0.050 | |
| ×7 | 0.040 | | ×17 | 0.040 | |
| ×8 | 0.040 | | ×18 | 0.020 | |
| ×9 | 0.040 | | ×19 | 0.045 | |
| ×10 | 0.010 | | ×20 | 0.050 | |

測定器：ICW

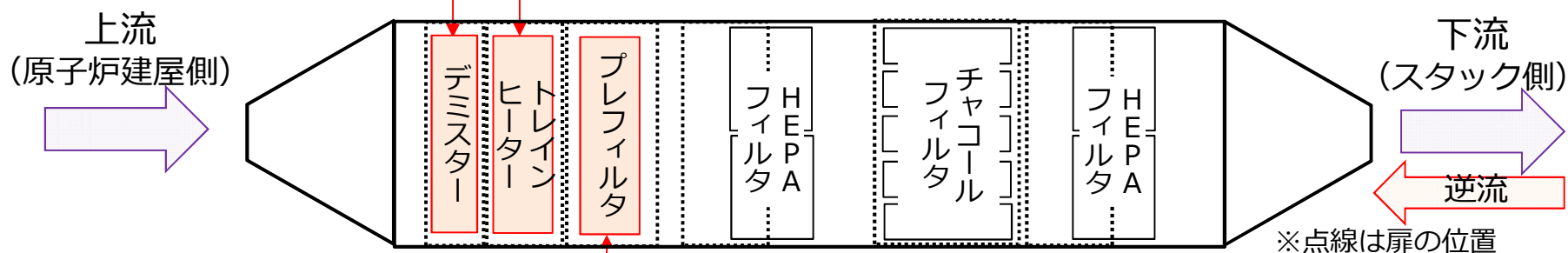
ラブチャディスク（停止中のため不動作）の周辺には汚染は確認されなかった。

8. 4号機SGTSフィルタトレインA系内部①

デミスター (1/6撮影)



トレインヒーター (1/7撮影)



プレフィルタ (1/7撮影)

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-------------|------------------|-------|--------------|-------|
| | フィルタ表面 (1/6,7撮影) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| デミスター | 0.014 | 0.014 | - | - |
| トレインヒーター | 0.017 | 0.017 | 0.030 | 0.030 |
| プレフィルタ (上流) | 0.025 | 0.030 | 0.040 | 0.040 |
| プレフィルタ (下流) | 0.030 | 0.030 | | |

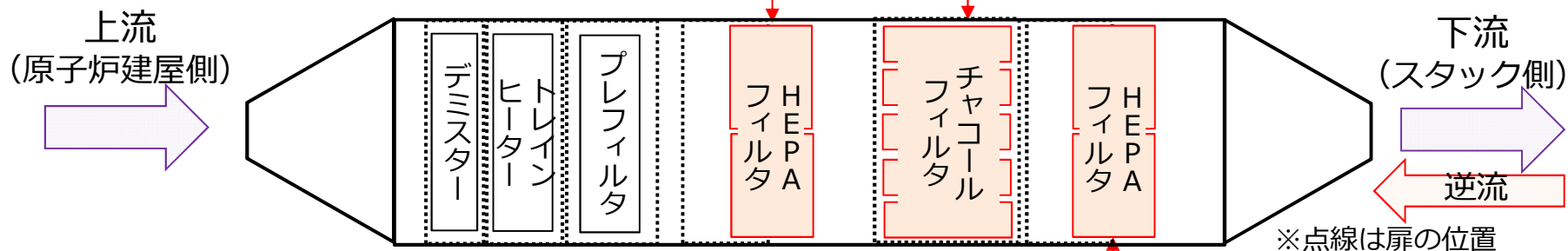
8. 4号機SGTSフィルタトレインA系内部② (1/6撮影)



HEPAフィルタ (No.3)



チャコールフィルタ



HEPAフィルタ (No.1)
底部に少量の溜まり水を確認

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-----------------|-----------------|-------|--------------|-------|
| | フィルタ表面 (1/6測定) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| HEPAフィルタ (No.3) | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| チャコールフィルタ | 1.0 | 3.0 | 0.30 | 0.30 |
| HEPAフィルタ (No.1) | 5.0 | 9.0 | 1.2 | 1.2 |

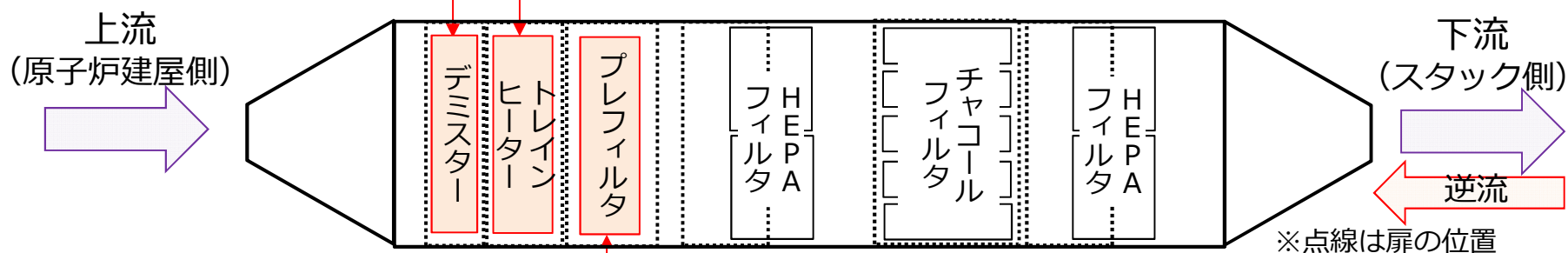
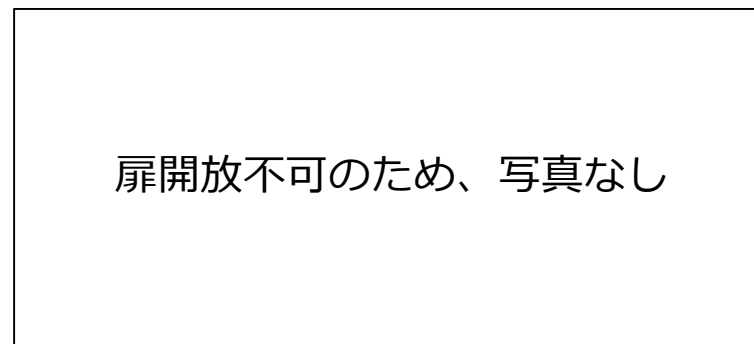
8. 4号機SGTSフィルタトレインB系内部① (1/7撮影)



デミスター



トレインヒーター



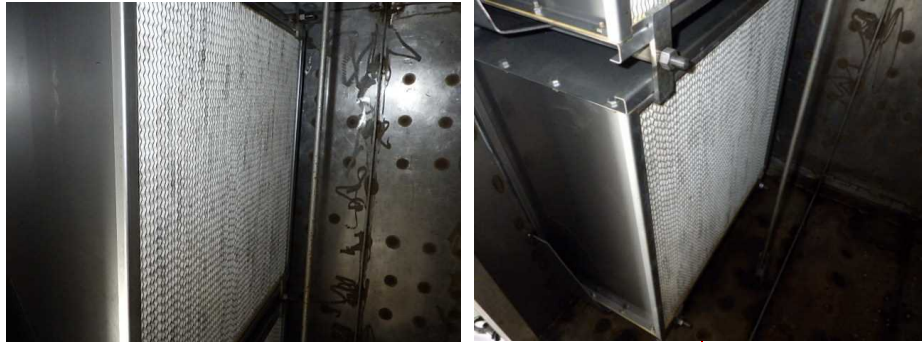
プレフィルタ (扉開放不可のため下流側から撮影)

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-------------|-----------------|-------|--------------|-------|
| | フィルタ表面 (1/7測定) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| デミスター | 0.024 | 0.030 | - | - |
| トレインヒーター | - | - | 0.030 | 0.030 |
| プレフィルタ (上流) | - | - | 0.045 | 0.045 |
| プレフィルタ (下流) | 0.090 | 0.25 | | |

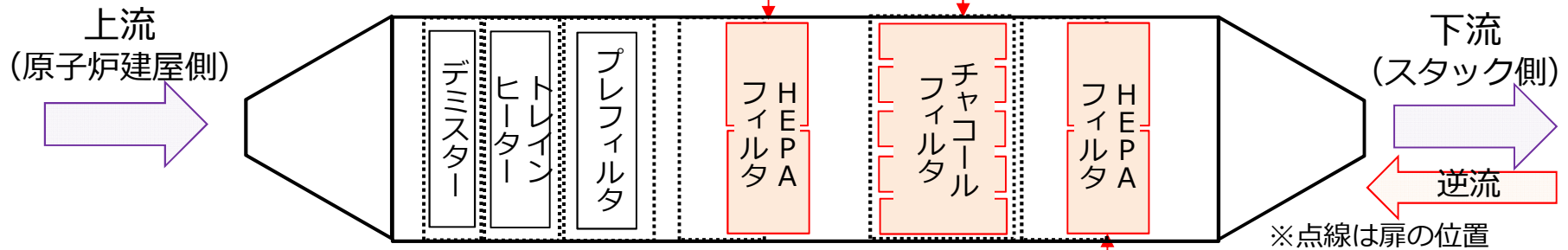
8. 4号機SGTSフィルタトレインB系内部② (1/7撮影)



HEPAフィルタ (No.3)



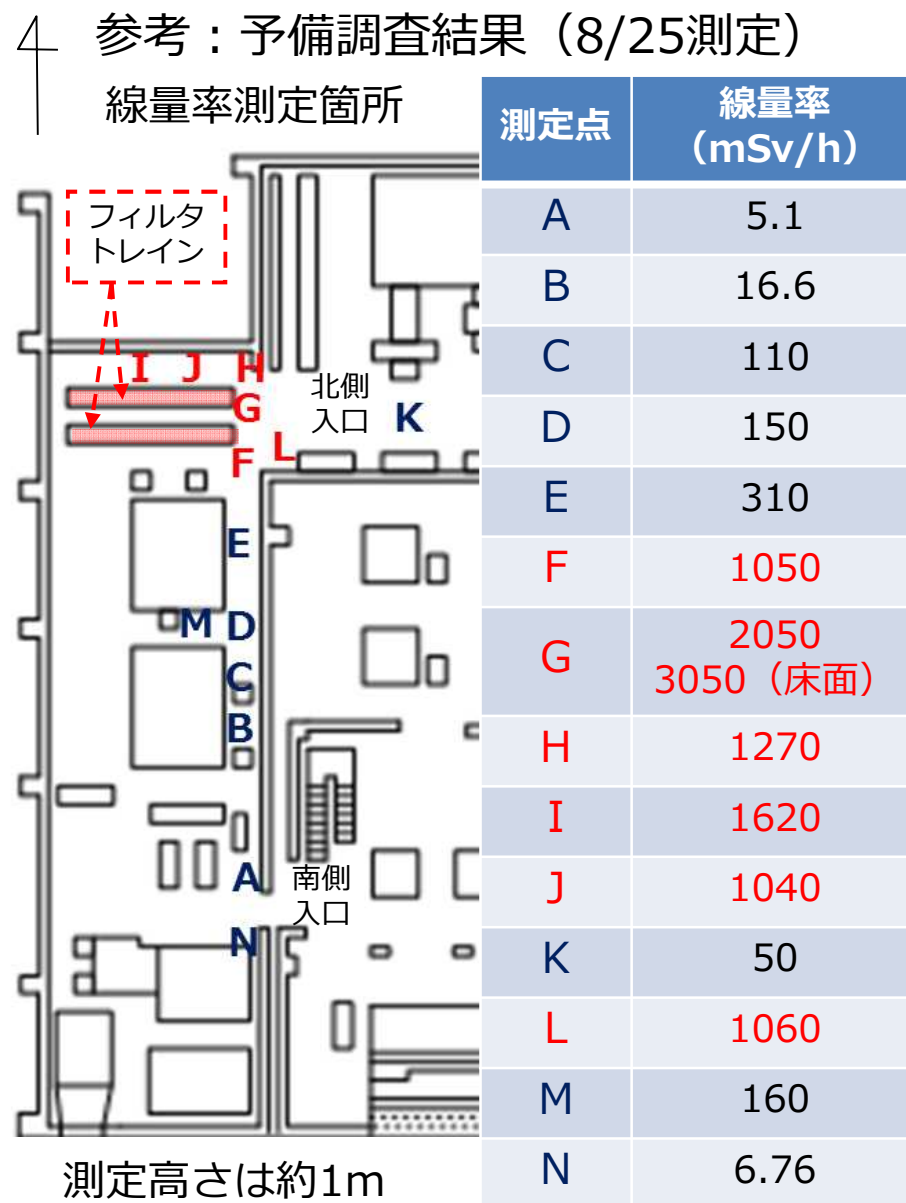
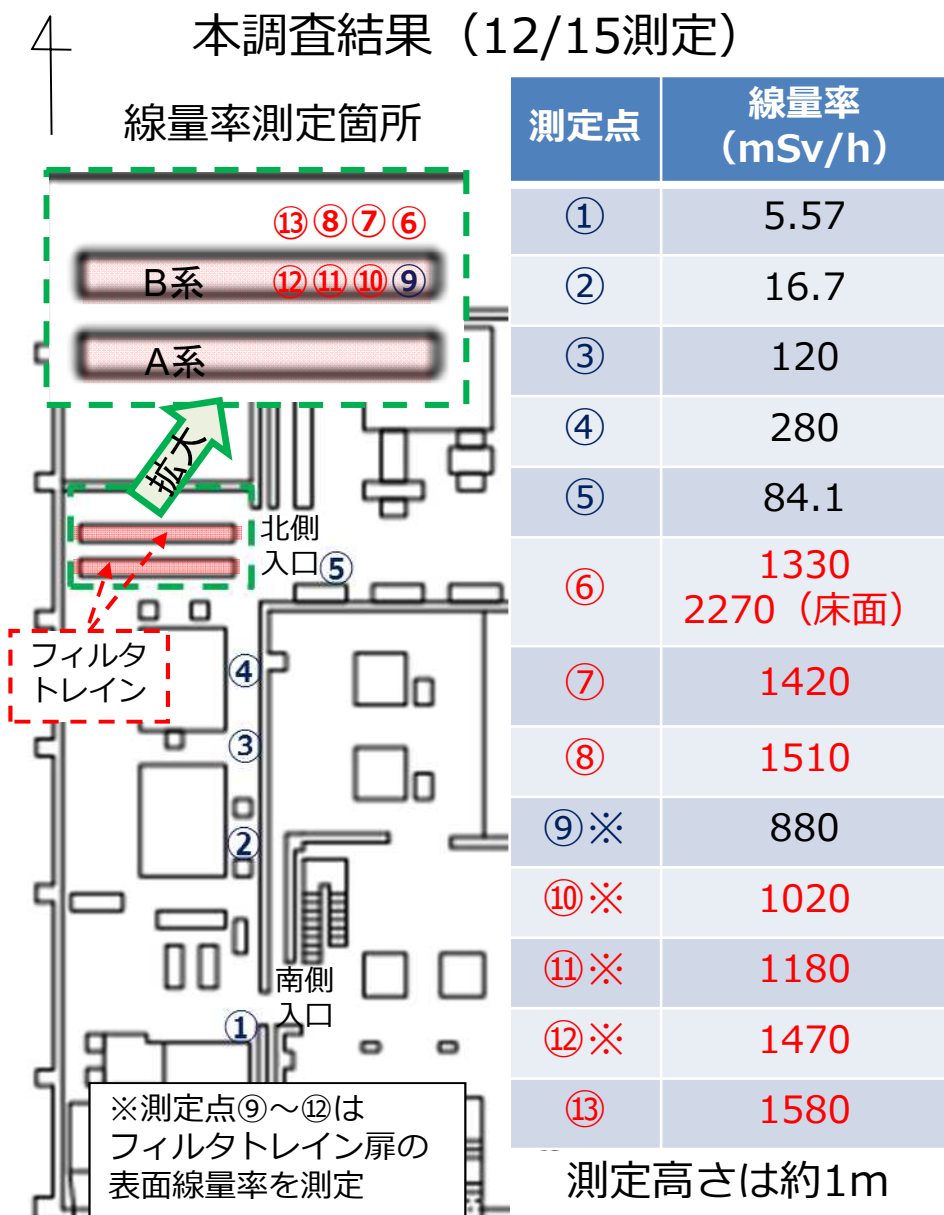
チャコールフィルタ



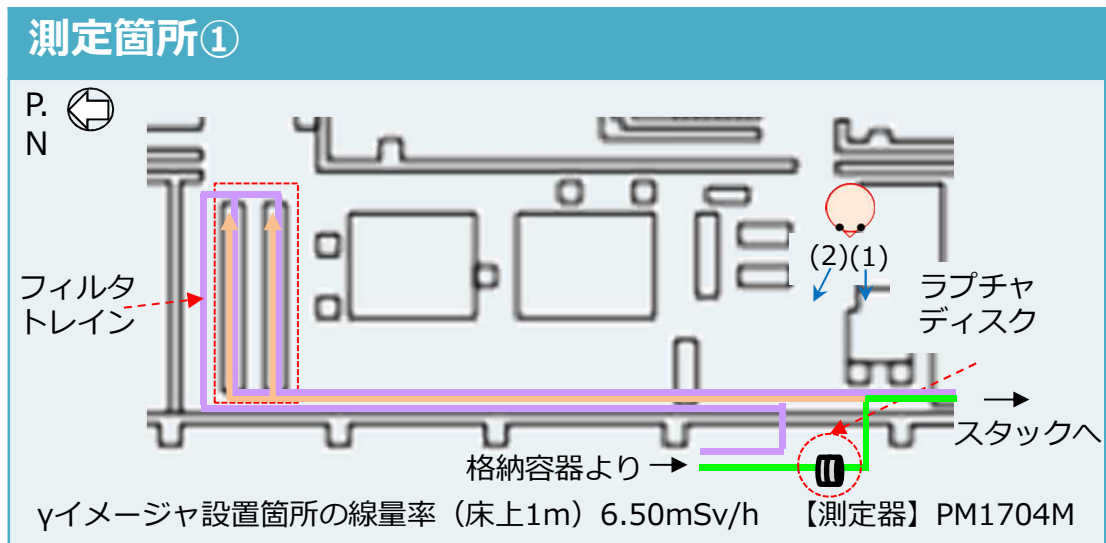
HEPAフィルタ (No.1)

| 測定箇所 | 表面線量当量率 (mSv/h) | | | |
|-----------------|-----------------|------|--------------|-------|
| | フィルタ表面 (1/7測定) | | 扉表面 (8/19測定) | |
| | γ | β+γ | γ | β+γ |
| HEPAフィルタ (No.3) | 0.12 | 0.30 | 0.055 | 0.055 |
| チャコールフィルタ | 0.50 | 2.0 | 0.25 | 0.25 |
| HEPAフィルタ (No.1) | 4.5 | 20 | 1.1 | 1.1 |

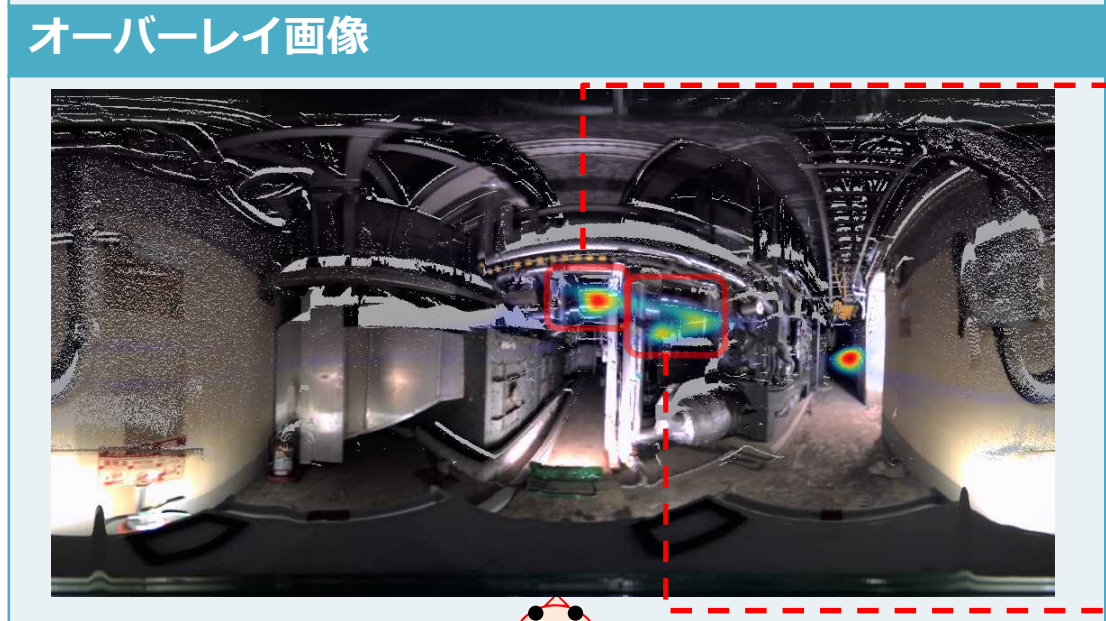
9. 1号機の測定結果（線量率）



9. 1号機の測定結果 (室内その1)



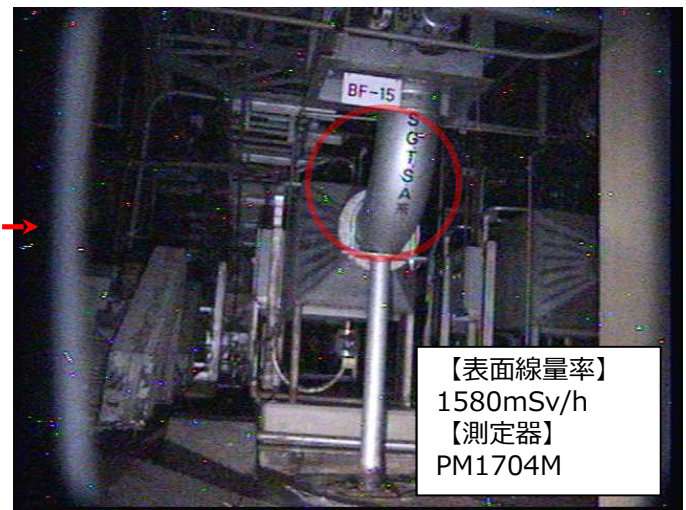
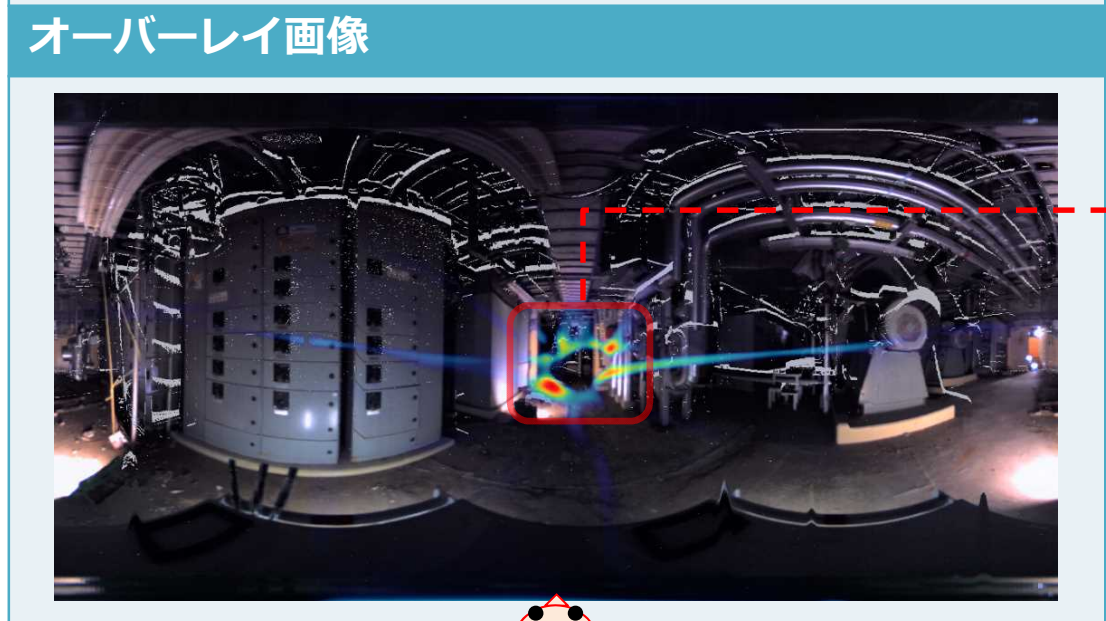
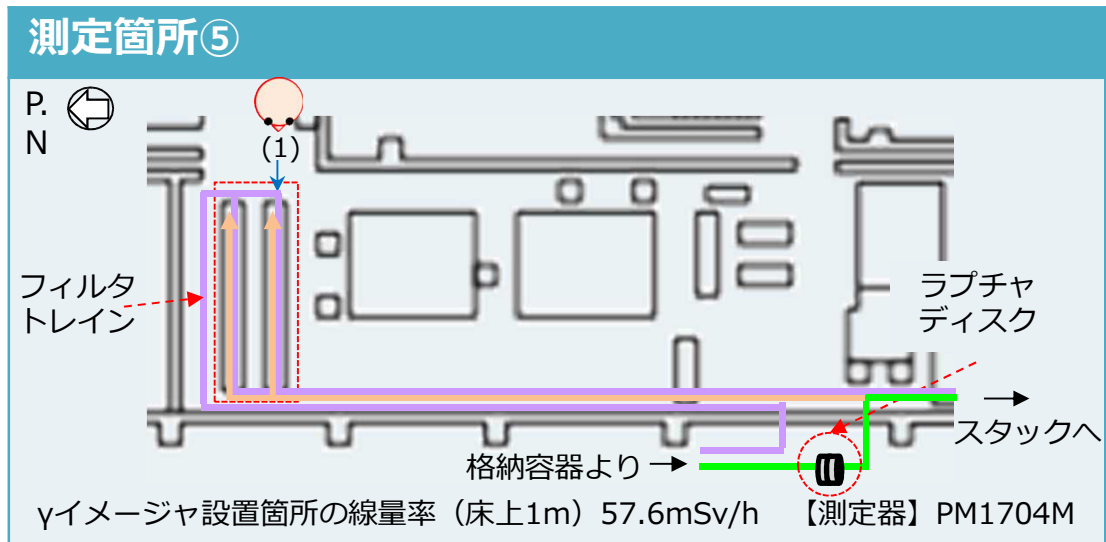
矢視(1)



矢視(2)

※ロボット進入不可エリアのため
当該箇所の表面線量率測定は未実施

9. 1号機の測定結果 (室内その2)



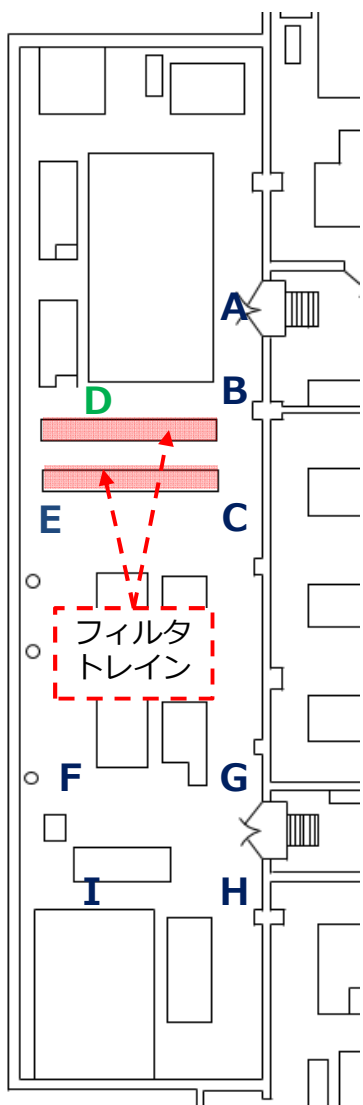
矢視(1)



10. 2号機の測定結果（線量率）

本調査結果（1/20測定）

線量率測定箇所

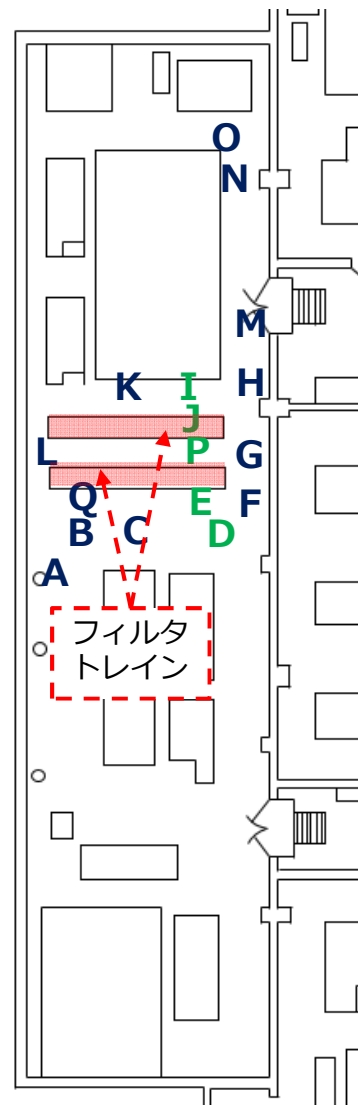


| 測定点 | 線量率 (mSv/h) |
|-----|-------------|
| A | 17.0 |
| B | 71.5 |
| C | 61.8 |
| D | 140 |
| E | 12.6 |
| F | 0.52 |
| G | 0.18 |
| H | 0.094 |
| I | 0.17 |

測定高さは約1m

参考：予備調査結果（8/27測定）

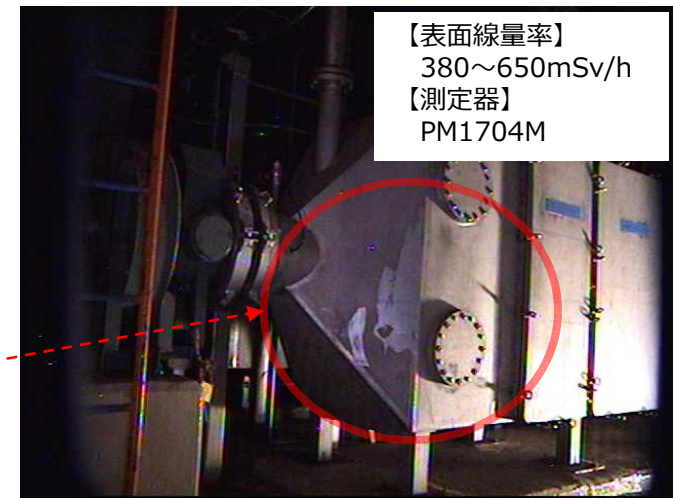
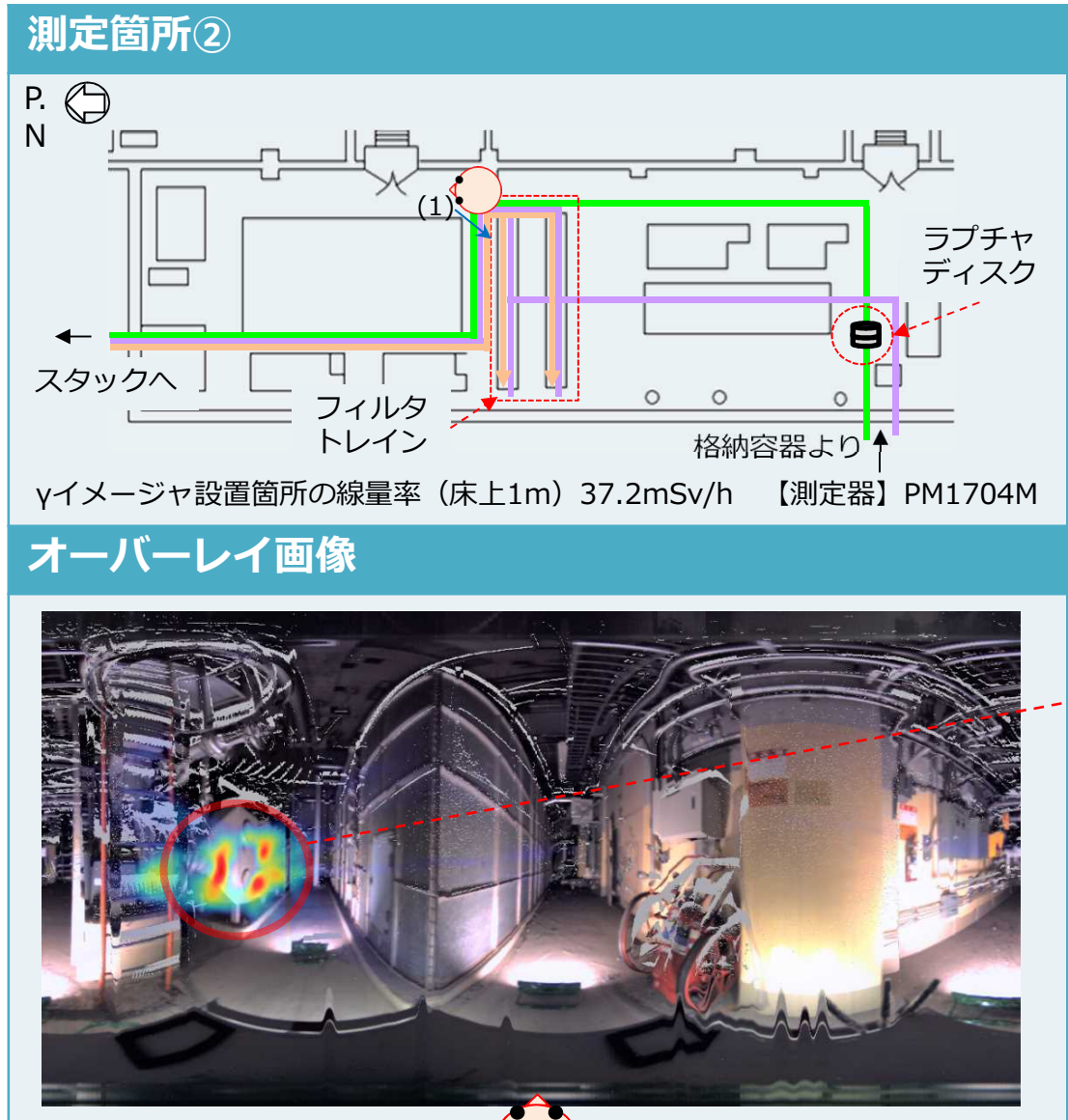
線量率測定箇所



| 測定点 | 線量率 (mSv/h) |
|-----|-------------|
| A | 8.9 |
| B | 12.4 |
| C | 36.5 |
| D | 170 |
| E | 640 |
| F | 28.3 |
| G | 56.9 |
| H | 63.5 |
| I | 410 |
| J | 560 |
| K | 96.6 |
| L | 26.0 |
| M | 8.01 |
| N | 5.1 |
| O | 4.66 |
| P | 300 |
| Q | 13.5 |

測定高さは約1m

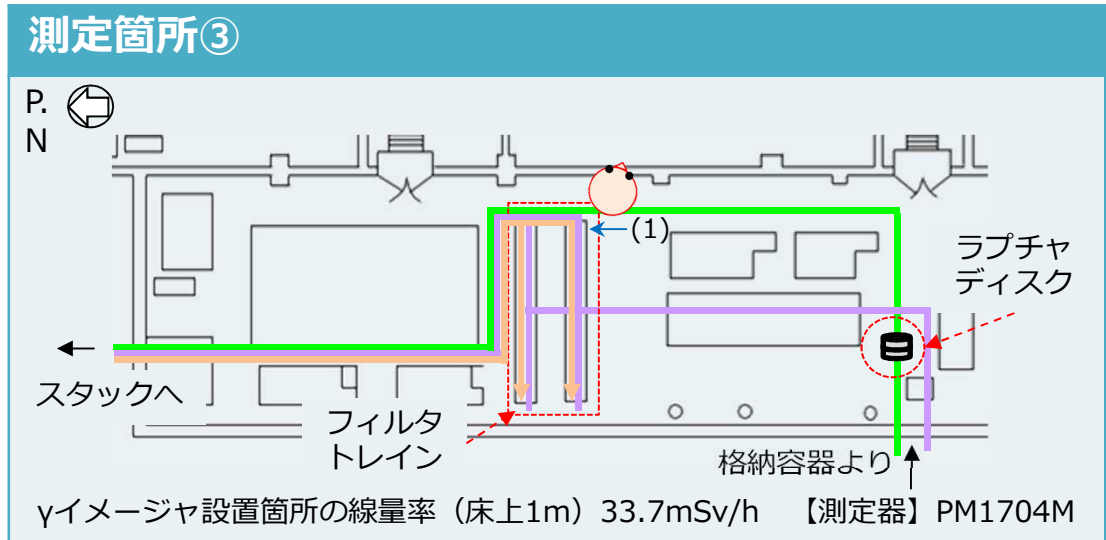
10. 2号機の測定結果（室内その1）



矢視(1)



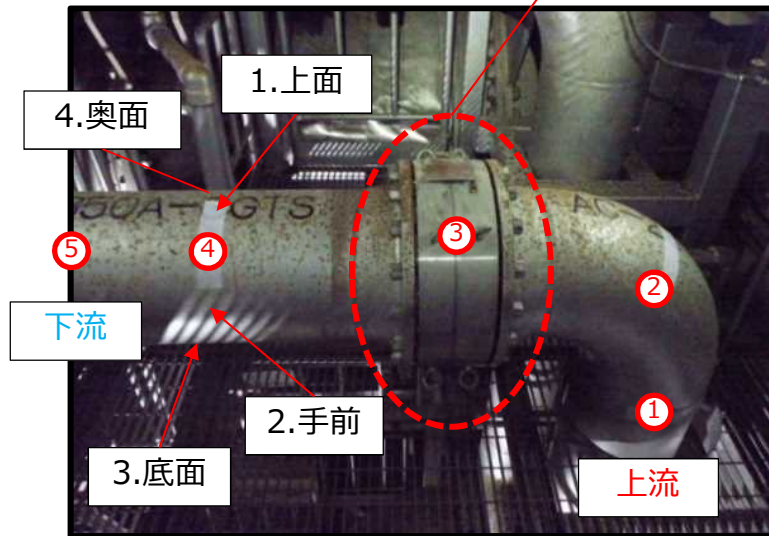
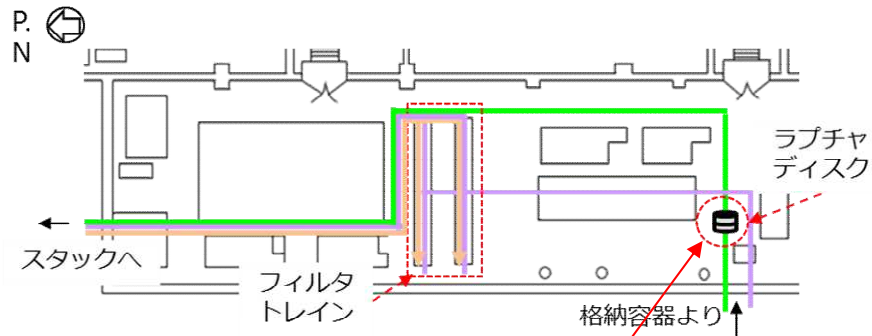
10. 2号機の測定結果（室内その2）



矢視(1)



10. 2号機の測定結果（ラブチャディスク）



※①～⑤の位置は500mm間隔で設定

| No. | 表面線量当量率 (mSv/h) | No. | 表面線量当量率 (mSv/h) |
|-----|--------------------|-----|--------------------|
| | γ線 | | γ線 |
| ①-1 | 0.10 | ④-1 | 0.20 |
| ①-2 | 0.10 | ④-2 | 0.15 |
| ①-3 | 0.15 | ④-3 | 0.10 |
| ①-4 | 0.050 | ④-4 | 0.10 |
| ②-1 | 0.10 | ⑤-1 | 0.15 |
| ②-2 | 0.15 | ⑤-2 | 0.20 |
| ②-3 | 0.15 | ⑤-3 | 0.15 |
| ②-4 | 0.050 | ⑤-4 | 0.10 |
| ③-1 | 0.20 | | |
| ③-2 | 0.25 | | |
| ③-3 | 0.15 | | |
| ③-4 | 0.050 | | |

測定器：ICW

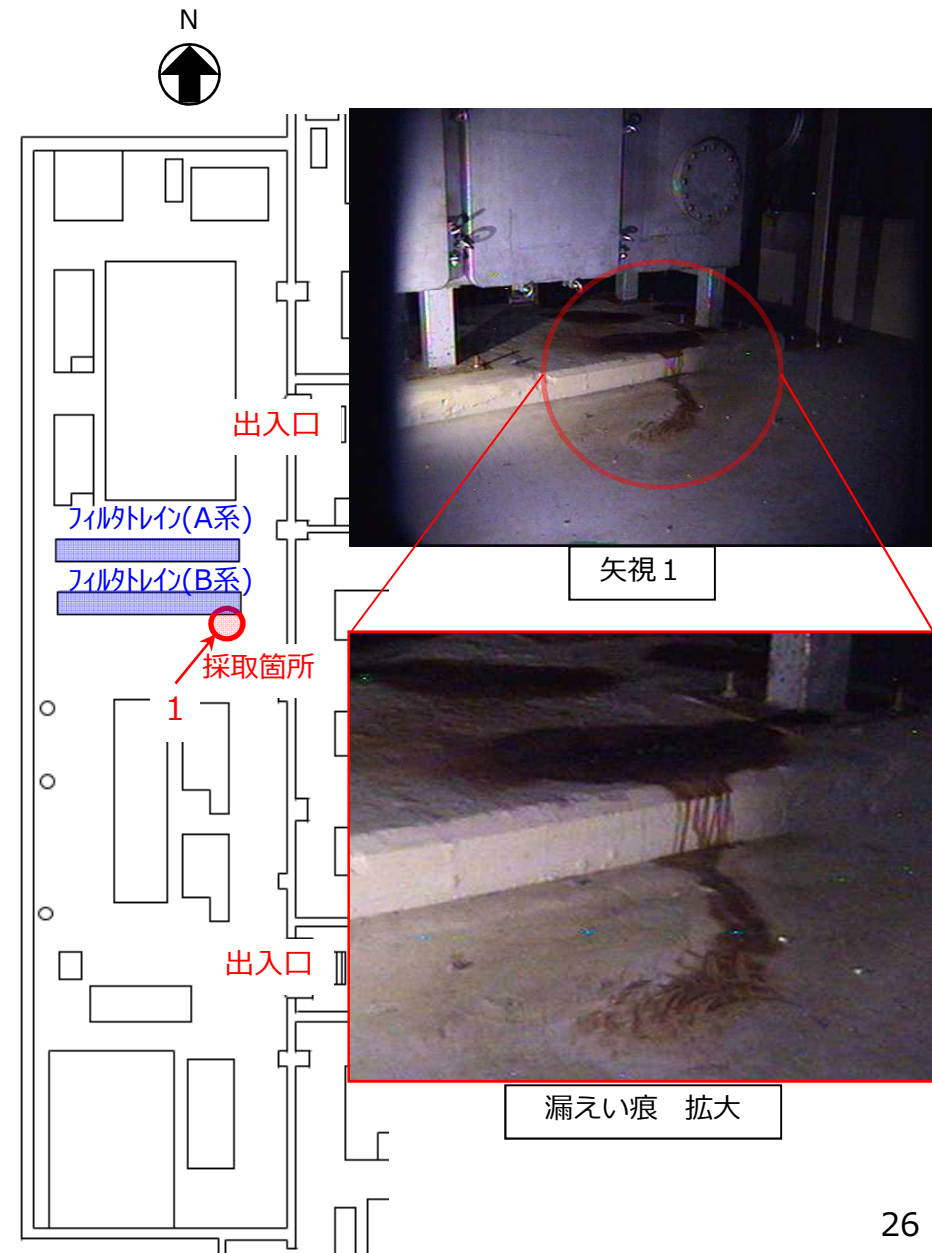
ベントができていない2号機において、ラブチャディスク（不動作で閉）の周辺にはほとんど汚染が見られない。

1 1. 2号機SGTS室の漏えい痕箇所のスミア採取について

- 2号機SGTS室フィルタトレイン(B系) 下流側の南側通路上に漏えい痕と思われる箇所があり、スミア採取を実施した。

| 採取箇所 | γ | $\beta+\gamma$ |
|---------|----------|----------------|
| 漏えい確認箇所 | 2.5 | > 100 |

- 漏えい痕の位置より、フィルタトレインからの漏えいと推定(α 汚染はなし)。
- 現時点で漏えいは発生しておらず、漏えい痕自体も湿った状態ではない。
- ただし、3/4号機同様フィルタトレイン内に汚染水が残存している可能性あり。
- また、1号機SGTS室調査においても、漏えい源は特定できないが軽微な α 汚染を含む床面の汚染が確認されている。
- このような汚染情報は、今後の廃炉作業に活用する予定。



12. まとめ

- 1号機：ロボットによる調査の結果、SGTSフィルタトレイン周辺で高線量を確認し、ベントガスの自号機への逆流があったことが明確になった。
- 2号機：ロボットによる調査の結果、過去の調査と同じくSGTSフィルタトレイン周辺で高線量を確認し、1号機ベントガスの逆流があったことが明確になった。また、SGTSフィルタトレインからの漏えいと考えられる漏えい痕を確認し、スミア採取を実施した。
- 3号機：SGTS室内の複数点にてγイメージャを用いた線量分布を測定した。SGTSフィルタトレインにつながる配管に汚染を確認し、ベントガスの自号機への逆流があったことが明確になった。また、SGTSフィルタトレインを開放し、フィルタの線量測定及びスミア採取を実施した。
- 4号機：SGTS室内の複数点にてγイメージャを用いた線量分布を測定した。SGTSフィルタトレイン下流側に3号機ベントガスの逆流と考えられる汚染を確認した。また、SGTSフィルタトレインを開放し、フィルタの線量測定及びスミア採取を実施した。

以下、参考資料

■ 調査に使用したロボット：PackBot等



- ・サイズ：全長820mm、全幅770mm、全高180mm
- ・重量：23.9kg
- ・メーカー：FLIR社（米国）
- ・型式（名称）：PackBot
- ・カメラ、線量計、γイメージャー等を搭載

■ 線量測定に使用する機器：γイメージャー（ガンマカメラ）等

○γイメージャー

- ・サイズ：外径110mm、高さ700mm
- ・重量：約15kg
- ・メーカー：Createc社（英国）
- ・型式（名称）：Gamma Imager
- ・測定範囲：0.05mSv/h～1Sv/h
- ・γ線の3次元線量分布が取得可能（γ線測定結果と3Dスキャン情報の組み合わせ）



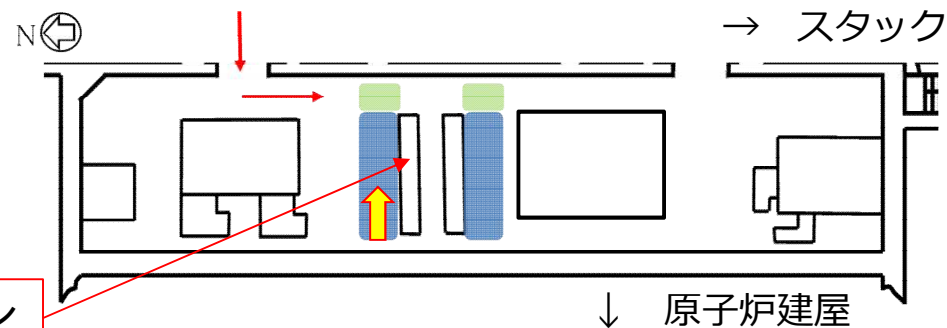
○線量計

- ・サイズ：130mm×60mm×46mm
- ・重量：350g
- ・メーカー：POLIMASTER社
- ・型式（名称）：PM1704M
- ・測定範囲：0.01μSv/h～13Sv/h



(参考) トレイン開放時の汚染拡大防止対策

- 仮設ハウスの設置 (3号機SGTSフィルタトレインA系の例)
- フィルタトレインの扉を囲む形でハウスを設置し、トレイン開放時の汚染拡大を防止



ハウス入り口

フィルタトレイン

↓ 原子炉建屋

→ スタック



フィルタ4箇所

プレフィルタ



高性能フィルタ



チャコールフィルタ



高性能フィルタ

について、各フィルタの上流側及び下流側からスミア採取を実施。

(参考) 1-4号機SGTSフィルタトレイン周りの系統構成

